REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA
Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali
Villa Manin di Passariano

AFFRESCHI ABSIDALI NELLA BASILICA DI AQUILEIA PROGETTO DI RESTAURO

Restauro nel Friuli-Venezia Giulia

Quaderni di studi e ricerche
del Centro regionale di restauro dei beni culturali

5
(1999)

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA

Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali
Villa Manin di Passariano

AFFRESCHI ABSIDALI NELLA BASILICA DI AQUILEIA PROGETTO DI RESTAURO

a cura di

EMANUELA ACCORNERO

Villa Manin di Passariano
1999

Assessore regionale
Istruzione, Cultura, Libro Fondiario
Franco Franzutti

Direttore regionale
Istruzione e Cultura
Giuliano Abate

Direttore del Centro di catalogazione e restauro
dei beni culturali - Villa Manin di Passariano
Roberto Pirzio-Biroli

Progetto e coordinamento scientifico
Emanuela Accornero
Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali
Villa Manin di Passariano

Fotografie
Gianni Benedetti
Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali
Villa Manin di Passariano

Questa pubblicazione è realizzata nell'ambito del lavoro di Istituto
(Legge regionale n. 27 del 21 luglio 1971, artt. 1-2, 4 bis, 5 e 7)

Impaginazione
Interlinea Maris - Codroipo

Stampa
GEAPprint - Fiume Veneto

Copyright © 2000 Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia
Centro regionale di catalogazione e restauro dei beni culturali
33030 Villa Manin di Passariano (Udine) - Italia
tel. (39) (432) 904800 - 906496 fax 908527
e-mail: c.r.restauro@regione.fvg.it
http://beniculturali.regione.fvg.it

In copertina
Basilica di Aquileia, particolare dell'affresco nel catino absidale
Il patriarca Poppone offre il modello della basilica di Aquileia
fra i santi Taziano e Ilario

SOMMARIO

FRANCO FRANZUTTI
Presentazione pag. 9

DINO DE ANTONI
Presentazione " 11

ROBERTO PIRZIO-BIROLI
Premessa " 13

EMANUELA ACCORNERO
Obiettivi istituzionali e scientifici del progetto di restauro degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia " 15

GIOVANNA VALENZANO
Le pitture murali dell'abside di Aquileia
Questioni di tecnica e di stile " 29

BRUNO MICALI
Le indagini conoscitive sui beni culturali
Le esperienze nella basilica di Aquileia " 57

FABIO CROSILLA, DOMENICO VISINTINI
Rilievo e rappresentazione dell'abside centrale della basilica di Aquileia mediante tecniche di fotogrammetria digitale " 63

UMBERTO CASELLATO, LUIGI SOROLDONI
Le indagini scientifiche sugli affreschi del catino absidale della basilica di Aquileia " 87

GUIDO BOTTICELLI
Gli affreschi absidali della basilica di Aquileia
Tecnica pittorica, stato di conservazione e proposta di intervento conservativo " 109

Conclusions " 145

Schlussfolgerungen " 148

GLI AUTORI

GUIDO BOTTICELLI
Restauratore
Sesto Fiorentino (Firenze)

UMBERTO CASELLATO
Istituto di Chimica e Tecnologie Inorganiche
e dei Materiali Avanzati - ICTIMA
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR, Padova

FABIO CROSILLA
Università degli Studi di Udine
Dipartimento di Georisorse e Territorio, Udine

BRUNO MICALI
Soprintendenza per i Beni Ambientali,
Architettonici, Archeologici, Artistici
e Storici del Friuli-Venezia Giulia

LUIGI SOROLDONI
Consulente Scientifico Esterno
ICTIMA-CNR, Padova

GIOVANNA VALENZANO
Università degli Studi di Udine
Dipartimento di Storia e Tutela dei beni culturali, Udine

DOMENICO VISINTINI
Università degli Studi di Udine
Dipartimento di Georisorse e Territorio, Udine

PRESENTAZIONE

Questa iniziativa editoriale consente di raggiungere importanti obiettivi nello sviluppo delle politiche culturali attuate dalla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia tramite il proprio *Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali "Villa Manin di Passariano"*.

Il Quaderno è il risultato del lavoro svolto nell'arco di tre anni dall'équipe della Scuola regionale per restauratori "Villa Manin" in cantiere e laboratori, in aule e uffici. Documenta le diverse risorse tecniche, finanziarie e professionali – ciascuna con specifica competenza – impiegate dal Centro, di cui la Scuola è parte, nel progettare il restauro di uno fra i più antichi cicli affrescati del territorio.

La pubblicazione sollecita il restauro e promuove la conservazione degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia, testimonianza tangibile della nostra identità storica e culturale arricchendo, al contempo, la conoscenza di questo brano pittorico dell'Occidente medievale.

Ora la Regione mette i progetti a disposizione dei conservatori dei beni artistici, degli studiosi e, in particolare, della città di Aquileia affinché si avvii, entro breve, la campagna di restauro che potrebbe avvalersi di un'azione sinergica fra Regione, Ente religioso proprietario, Soprintendenza, Amministratori locali e Istituti finanziari e di credito attivi sul territorio. In questo modo, potrebbe diventare non solo un atto di tutela esemplare, ma anche utile per il ritorno d'immagine.

Non si deve poi dimenticare che, dal 1977, la Scuola di Passariano alimenta sul territorio l'indotto economico correlato al restauro, alla gestione del patrimonio d'arte e alla sua fruizione pubblica, servizi culturali e turismo compresi. Le aziende degli attuali settantacinque restauratori diplomati a Villa Manin, attive a tutto campo nella nostra Regione, in Italia e in alcuni Paesi CEE, incrementano quel positivo circolo di domanda e offerta che infonde vitalità alle imprese impegnate nel recupero e nella valorizzazione dei beni culturali.

Il Quaderno segna dunque un ulteriore progresso della Scuola regionale di restauro "Villa Manin" la cui attività istituzionale s'incardina tradizionalmente sul rigore scientifico e su una consolidata prassi posta al servizio del territorio.

FRANCO FRANZUTTI
Assessore regionale all'Istruzione, Cultura e Libro Fondiario

Aquileia, il complesso basilicale dal lato sud.

Aquileia, veduta dell'abside basilicale dal Cimitero degli Eroi.

PRESENTAZIONE

Prima che si riaprisse la pagina musiva di Teodoro, per nove secoli il solenne impianto architettonico della Basilica di Aquileia è stato illuminato – e quasi dominato – dalla forza e dalla bellezza, teologica e coloristica, che scendeva dall'affresco del semicatino absidale.

Le solenni celebrazioni dei Patriarchi e la quotidiana liturgia, prìncipi pellegrini e generazioni di fedeli hanno guardato lassù, riconoscendosi nella divina maternità di Maria e nella sua posizione del Cristo entrato nel tempo e generatore di storia umanamente significativa.

Ora, l'imponente affresco sembra da lassù dialogare con la voce che sale dal mosaico pavimentale: questo parla della novità umana generata nel mondo dal fatto cristiano – un popolo nuovo, riunito attorno all'Eucarestia e al Vescovo –; quello, proclama dall'alto la Signoria di Cristo che si esprime nella realtà della Chiesa, con i suoi martiri e i suoi Vescovi, mentre la famiglia imperiale, Corrado, Gisella ed Enrico, sembrano celebrare il primo progetto civile di un nuovo universalismo rappresentato dal Sacro Romano Impero.

L'Arcidiocesi di Gorizia, erede diretta dell'identità cristiana e della tradizione che fluisce da Aquileia, si riconosce nel patrimonio spirituale e culturale che ha ispirato questo celebre affresco, nella continuità di un'appartenenza nel grande alveo della vita ecclesiale. Per questo, ci rallegriamo per il progetto regionale teso a predisporre le condizioni per il restauro dell'opera in cui confluiscono esperienze artistiche complesse: affinché essa continui a documentare un momento così significativo della grande storia aquileiese e soprattutto proclami la continuità della Presenza di Cristo fra di noi, per l'adempiersi del suo disegno di bene.

La relazione storico-artistica e tecnico-scientifica del "cantiere di studio per il restauro" degli affreschi absidali diventa prezioso strumento da utilizzare nel futuro restauro di questo caposaldo dell'arte ottoniana in Europa.

La pubblicazione, contestuale al Giubileo dell'anno 2000, diventa un'ulteriore conferma dell'interesse che la Basilica dei Santi Ermagora e Fortunato ha suscitato in questo anno giubilare. Dalla Slovacchia all'Ungheria, dall'Austria al Friuli gli affreschi, che documentano il comune linguaggio artistico creato dalle comunità monastiche altomedievali, sono stati oggetto di ammirazione e di preghiera.

La comunità religiosa, civile e scientifica del nostro terri-

torio e di quello transalpino, devono essere grati al Centro Regionale di Catalogazione e Restauro dei Beni Culturali "Villa Manin di Passariano" per la pubblicazione.

Alla Scuola per Restauratori/Conservatori dei beni culturali, che nel 1998 ha avviato la concreta azione di tutela dei dipinti, il plauso per il progetto compiuto da Stato, Regione e Arcidiocesi di Gorizia.

Il sogno è che la realizzazione del restauro si compia in tempi brevi.

DINO DE ANTONI
Arcivescovo Metropolita di Gorizia

PREMESSA

Il Progetto per il restauro degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia fa parte di un ampio programma che la Scuola regionale di restauro ha direttamente condotto dal 1998.

Partners della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia sono stati le Università di Udine e di Padova, la locale Soprintendenza e l'Arcidiocesi di Gorizia, proprietaria del bene in questione. In un connubio scientifico e operativo, che vorrei definire felice, si sono così portate a termine le prime due fasi del progetto, entrambe propedeutiche al restauro.

La prima fase è stata la conoscenza, a tutto tondo, del parato dipinto cui si è pervenuti con i lavori di cantiere chiusi nel 1999.

Quest'anno, la Scuola porta a compimento la seconda fase rappresentata dalla presente pubblicazione. Con essa si propone il progetto del restauro necessario a conservare questo capolavoro pittorico altomedievale anche negli anni futuri.

Vorrei ricordare che, all'inizio di questo anno 2000, assumendo la direzione del Centro regionale di catalogazione e restauro dei beni culturali, ho avuto non solo l'onore già condiviso da chi mi ha preceduto nell'incarico ma, anche, la responsabilità e l'impegno di concludere il Progetto Aquileia avviato ed egregiamente condotto dalla professoressa Caterina Furlan.

In questo senso, mi piace pensare che la terza ed ultima fase – appunto la campagna di restauro – potrà essere condotta dalla Scuola regionale per Conservatori/Restauratori dei beni culturali con l'apporto diretto dei propri diplomati, già attivi in importanti cantieri in Italia e in Europa, come quello degli affreschi di Assisi danneggiati dal sisma del 1997. Il costo dell'intervento ad Aquileia potrebbe essere sostenuto da istituti di credito, fondazioni e da tutti coloro cui sta a cuore il recupero e la valorizzazione del patrimonio storico.

In questo caso il mecenatismo, davvero illuminato, consentirebbe di restituire all'intera comunità, anche internazionale, un'opera pregna di altissimi valori e significati culturali. La decorazione "a fresco" nell'abside maggiore della basilica di Aquileia travalica infatti localismi e contingenze: qui l'arte muove dall'uomo e dalla sua spiritualità e, con linguaggio universale, diviene patrimonio da tutti comprensibile e a tutti comune.

ROBERTO PIRZIO-BIROLI
Direttore del Centro Regionale di Catalogazione e Restauro dei Beni Culturali

Aquileia, i personaggi raffigurati nella parte sinistra del catino absidale: Taziano, Poppone, Ilario. Senza *tituli*, la figura centrale più piccola, ancora oggi non identificata e, a destra, San Marco (dis. da G.D. BERTOLI, *Le antichità di Aquileia* 1739).

Aquileia, i personaggi raffigurati nella parte destra del catino absidale: da destra, il principe Enrico, S. Ermagora, l'imperatore Corrado, Fortunato, S. Eufemia e l'imperatrice Gisella (dis. da G.D. BERTOLI, *Le antichità di Aquileia* 1739).

OBIETTIVI ISTITUZIONALI E SCIENTIFICI DEL PROGETTO DI RESTAURO DEGLI AFFRESCHI ABSIDALI NELLA BASILICA DI AQUILEIA

EMANUELA ACCORNERO
Coordinatore del Centro-Scuola regionale
di restauro "Villa Manin"

Questo *Quaderno* è la relazione dei lavori compiuti dalla Scuola regionale di restauro "Villa Manin di Passariano" durante il *V Ciclo di studi 1996-1999*. Lo pubblica, per il Giubileo dell'anno 2000, il *Centro regionale di catalogazione e restauro dei beni culturali*, di cui la Scuola è parte, come iniziativa dedicata ad Aquileia, patrimonio dell'umanità e luogo di civiltà antica.

I lavori iniziano nel 1998, quando la direzione del Centro regionale individua negli affreschi che decorano l'abside centrale della basilica dei santi Ermagora e Fortunato in Aquileia il bene culturale su cui imperniare la didattica e la prassi del restauro nell'anno scolastico 1998-99. Il corso di studi, dedicato appunto al restauro dei Dipinti murali e dei Manufatti lapidei, si avvia a compimento e gli allievi di Passariano hanno acquisito preparazione culturale, manualità e conoscenza delle metodologie conservative tali da poter affrontare, con la necessaria competenza, un progetto così impegnativo e prestigioso.

La Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia imposta il cantiere-scuola di Aquileia così da farne un'azione di tutela metodologicamente esemplare e insieme utile a salvaguardare uno fra i più importanti cicli affrescati dell'Europa medievale. Le scelte operative hanno infatti unito le esigenze didattiche, connesse al *training* del Conservatore-Restauratore, con l'erogazione sul territorio di un servizio concreto e di alta valenza scientifica.

Al Centro di villa Manin, istituito nel 1971 dalla Regione con propria legge n. 27, compete la documentazione, la salvaguardia e la valorizzazione dell'intero patrimonio culturale sul territorio, in accordo con l'articolo 9 della Costituzione Italiana. Nello specifico, il Centro di restauro effettua campagne di restauro, di ricerca scientifica e di sperimentazione delle metodologie conservative (articoli 1-2, 4 bis, 5 della legge regionale 27/'71), mentre la Scuola attua i corsi di studi quadriennali per Conservatori-Restauratori dei beni culturali con alta specializzazione (art. 7). Il grado è infatti universitario per garantire una fi-

gura professionale ben diversa e distinta – per competenze, responsabilità e deontologia – dai mestieri dell'arte e dell'artigianato. Corrispondente alla qualità formativa-educativa del restauratore professionista è il titolo rilasciato dalla Regione ai suoi diplomati: pubblico e qualificante.

La salvaguardia dei beni culturali che questa Regione persegue con il proprio Centro è assimilabile alla tutela che lo Stato esercita tramite la Soprintendenza, come si può dedurre dai recenti decreti legislativi 112/1998 e 490/1999, testo unico in materia di beni culturali e ambientali. E l'azione complementare e integrativa tra Stato e Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia nel settore del patrimonio storico e d'arte, in corso dal 1971, si è ulteriormente consolidata con il Progetto di Aquileia.

Qui la Soprintendenza evidenziava da tempo il cattivo stato di conservazione dei dipinti che decorano il semicatino e il tamburo della basilica. La grave e complessa situazione conservativa delle pitture, derivata dalla loro millenaria vicenda, unita all'iconografia densa di suggestioni e di significati, non solo storico-artistici ma anche religiosi e politici, sono i motivi che hanno indotto la Scuola di villa Manin ad avviare la tutela di questa straordinaria pagina dell'arte ottoniana.

Assicurata la totale copertura del progetto – finanziaria, tecnico-scientifica, organizzativa – la Scuola forma lo staff multidisciplinare con professionisti esperti in diversi settori: restauratori, chimici, architetti e ingegneri, geologi e fisici, storici dell'arte e archeologi, molti dei quali provenienti da Università e Soprintendenze e docenti alla Scuola di Passariano. Ogni fase del progetto viene preventivamente valutata con la Soprintendenza, responsabile della supervisione dei lavori. Il ponteggio costruito in abside garantisce la sicurezza dovuta per legge agli operatori di cantiere (in particolare ai dieci studenti) senza danneggiare la fragilità della sottostante cripta decorata da pregevoli affreschi del XII secolo. L'impalcatura particolarmente complessa (l'abside è alta quasi 14 metri) poggia su un multistrato in geotessuto e legno per non ledere il piano di calpestio, pavimentato a tarsie lapidee. Per limitarne l'invasività e per rispettare il calendario liturgico e la destinazione d'uso dell'area absidale, essa è posta a ridosso del coro in due momenti diversi. Il Centro avvia i lavori con la campagna fotografica sugli affreschi dell'abside centrale e di destra e della cripta.

Come è noto, il cantiere di progetto o di ricerca è il complesso d'indagini propedeutiche a qualsiasi tipo di restauro. I dati ottenuti con queste ricerche preliminari, una

volta valutati criticamente, consentono al restauratore responsabile di ideare e programmare l'intervento conservativo adatto a quella particolare opera, ubicata in un contesto altrettanto singolare. Nonostante una più diffusa attenzione verso il bene culturale, ancor oggi si sottovaluta l'importanza dell'indagine diagnostica, riducendola al minimo se non addirittura a ometterla. Per ridurre le spese e i tempi, per disinformazione o semplicemente per scarsa etica e competenza professionale, si preferisce ovviare con un esame approssimativo del bene a cui si metterà mano, eseguendo semmai in corso d'opera eventuali analisi di verifica. Ne consegue una parziale conoscenza della storia del manufatto, dei materiali che lo compongono e delle tecniche usate nel realizzarlo. Lacunosa risulta anche la determinazione dello stato conservativo dell'opera e dell'edificio in cui è collocata e con cui forma un corpo unico e inscindibile. Così il bene viene restaurato o conservato in modo non adeguato alle obiettive necessità e, specie se si continua a "usarlo", come avviene in questo caso per la zona absidale, continua a deteriorarsi fino a un punto di non ritorno che ne decreta la perdita e ne impedisce ogni forma d'uso e di pubblica godibilità.

Questi gli obiettivi del Progetto di Aquileia:

- individuare i materiali costitutivi e le tecniche esecutive degli affreschi, in relazione con l'edificio basilicale che li contiene;
- identificare la natura e le cause delle alterazioni del film pittorico e degli strati sottostanti;
- stabilire il tipo e l'entità dei trattamenti da attuare sui dipinti murali, per inibire i fenomeni di degrado, per restituire leggibilità al testo pittorico e per conservare in modo ottimale il manufatto;
- documentare la ricerca con fotografie, rilievi, mappature, schede delle analisi di laboratorio e dei test in sito;
- informatizzare il dossier e trasferirlo su supporti multimediali presso il Centro regionale di restauro.

Nella relazione di apertura al *Quaderno*, Giovanna Valenzano esamina dettagliatamente la tecnica, l'iconografia e lo stile adottati dai maestri ottoniani nell'affrescare l'abside centrale della basilica aquileiese. La monumentale opera pittorica, consacrata il 14 luglio 1031 come documenta l'epigrafe dipinta lungo il tamburo, si deve al patriarca Poppone (1019-1042), artefice della rinascita di Aquileia e promotore della profonda ristrutturazione della basilica. Probabile ispiratore dell'impaginazione del testo pittorico è raffigurato, come committente dell'opera, nella

parte destra del semicatino, nel cui centro campeggiano la Madonna con il Bambino e il Tetramorfo. Ritratto in proporzioni ridotte poiché vivente, il patriarca è circondato dai santi titolari della basilica, Ermagora e Fortunato, e dalla famiglia imperiale tedesca. Con la sposa, l'imperatrice Gisella, ci sono l'imperatore Corrado II e il figlio Enrico, a cui Poppone deve la fortunata carriera politica. La studiosa, dopo un *excursus* storico-critico, attribuisce il ciclo aquileiese alla scuola pittorica della Reichenau, isola del lago di Costanza, sede di importanti cantieri monastici attivi anche in altre commissioni. Documentate le assonanze tra gli affreschi ottoniani della chiesa di san Giorgio a Oberzell e quelli di Aquileia, la studiosa li riconduce ad una comune matrice: la ricca produzione di miniature fiorita negli *scriptoria* monastici della Reichenau e da qui diffusa nell'Europa altomedievale.

Bruno Micali affronta la questione che si snoda parallela al tema centrale della pubblicazione: il carattere di necessità e propedeuticità della diagnostica in ogni intervento di restauro. Egli descrive la campagna di monitoraggio che la Soprintendenza attua da tempo al campanile della basilica aquileiese e, nella prospettiva del restauro degli affreschi popponiani, avverte sull'urgenza di controllare il sistema tetto/volta/muro dell'abside. Il ripristino statico dell'edificio e dell'abside, preliminare all'intervento sul parato dipinto, non solo ovvierà a molti fra i danni che oggi compromettono gli affreschi, ma ne garantirà una migliore conservazione. Per questo motivo, Micali ritiene che la posa di quaranta serbatoi di gas antincendio tra il sottotetto e la volta absidale (installazione finanziata con fondi statali pro Giubileo) anche se mette in sicurezza dagli incendi, nel tempo e in presenza di sismi, potrebbe produrre alterazioni alla struttura architettonica e degrado ai dipinti.

Il rilievo fotogrammetrico e la rappresentazione digitale della superficie dipinta nell'abside centrale della basilica aquileiese sono stati elaborati dagli studiosi Fabio Crosilla e Domenico Visintini che qui illustrano i procedimenti matematici e tecnici utilizzati. La rigorosa ricerca attesta la straordinaria abilità dell'antica maestranza edile e dimostra quale importante ruolo rivesta attualmente la fotogrammetria digitale, come tecnica di rilevamento, nella documentazione dei beni architettonici. Gli Autori evidenziano inoltre la possibilità di strutturare un *data base* alfanumerico da cui creare un sistema informativo architettonico che risulterebbe particolarmente utile nella catalogazione e nel restauro degli affreschi e delle diverse tipologie di beni storico-artistici.

I microprelievi e le campionature del film pittorico e degli strati preparatori sono eseguiti dai chimici Umberto Casellato e Luigi Soroldoni. I risultati delle perizie di laboratorio e delle sofisticate indagini strumentali sono illustrati nel dettaglio dagli studiosi che classificano malte, intonaci, pigmenti, leganti e sali. Le analisi chimiche effettuate prima, durante e dopo i test hanno chiarito la natura della patina biancastra che oggi vela il testo pittorico e hanno anche consentito di valutare le diverse forme di degrado e di selezionare l'intervento conservativo più adatto. Nella tavolozza dei colori, i ricercatori identificano la Terra rossa, la Terra verde, il Giallo di piombo, l'Ocra gialla, il Blu oltremare, l'Azzurrite e la Malachite. Essi documentato anche l'uso del Minio (*Minium secundarium* o *Cerussa usta*), applicato per impreziosire diversi particolari degli affreschi sia in abside centrale che in cripta (sangue del Cristo crocifisso). Il pigmento, ampiamente documentato dai trattatisti antichi e dall'attuale letteratura scientifica, oggi permane nei dipinti aquileiesi in tracce nerastre, come prodotto ultimo dell'ossidazione e come segno comunque sufficiente per immaginare l'antico e raffinato impianto cromatico.

Il saggio del restauratore Guido Botticelli, apprezzabile per metodo e completezza, conclude il *Quaderno*. Nell'ambito del Progetto in Aquileia, egli coordina le ricerche degli allievi restauratori sull'assetto idrogeomorfologico di Aquileia, sull'antico sviluppo urbano e sulle fasi edilizie della basilica, documentando l'interazione fra territorio, città ed edificio sacro, "contenitori" degli affreschi. Esamina lo stato di conservazione della chiesa e propone i metodi utili a limitare i danni da umidità di risalita e di condensazione che interessano tutte le superfici architettoniche. Segnala anche l'opportunità di monitorare l'insieme tetto/volta/muro che racchiude e supporta le superfici dipinte. La ricerca archivistica e bibliografica gli consente di stabilire il tipo e la sequenza dei restauri, ormai storicizzati, che si sono succeduti in quasi mille anni. Grazie agli esami *in situ* e alle analisi strumentali egli descrive i materiali e le tecniche usati per realizzare il parato pittorico, identificando cause e tipi di guasti. Dopo i saggi di pulitura su aree campione e i test d'intervento, egli giunge al momento conclusivo del lavoro: la progettazione del restauro che, nel rispetto dei valori materici, storici, funzionali ed estetici del *corpus* affrescato di Aquileia, ne favorirà l'ottimale conservazione e la piena fruizione e godibilità da parte del pubblico.

Si ringraziano i docenti del *V Ciclo quadriennale di studi teorico-pratici per Restauratori/Conservatori dei beni culturali - Villa Manin di Passariano 1996-1999* sulle Superfici architettoniche (Dipinti murali e Materiali lapidei) e, in particolare, i docenti del Progetto di Aquileia: il rest. Guido Botticelli docente di restauro dei Dipinti murali; l'arch. Alessandra Biasi docente di Disegno e Rilievo architettonico; l'ing. Agostino Bruschi docente di Fisica, Fotografia e Informatica; il prof. Franco Cucchi docente di Geologia; il dott. Adriano Drigo docente di Storia dell'Arte medievale; il Sig. Angelo Michelutti tecnico del Laboratorio di Microbiologia; il rest. Renato Portolan assistente restauratore dei Dipinti murali; il dott. Andrea Proietti docente di Microbiologia; l'arch. Alessandra Quendolo docente di Storia e teoria del restauro architettonico.

Si ringraziano le restauratrici diplomate che hanno redatto le relazioni sul Progetto, discutendole all'esame di diploma di Conservatore/Restauratore dei beni culturali rilasciato dalla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia ai sensi della legge 27/1971: Silvia Pecorelli, Marta Reccardini, *Ricerca storica sul territorio di Aquileia*; Eleonora Dudine, Margherita Marcuzzi, *La basilica di Aquileia. Storia dell'edificio*; Albarita Fiorino, Morena Maresia, Chiara Marini, Tamara Zambon, *Progetto di restauro degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia. Studio storico artistico, tecnica pittorica. Interventi di restauro eseguiti nel passato e stato di conservazione*; Elena Fabbro, M. Caterina Olivieri, *Metodologia e intervento di restauro. Test preliminari per alcune proposte operative*.

Si ringraziano i collaboratori del Progetto: la dott. Beatrice di Colloredo Toppani della Soprintendenza ai Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici del Friuli-Venezia Giulia; mons. Antonio Vitale Bommarco già Arcivesco Metropolita di Gorizia e mons. Dino De Antoni Arcivescovo Metropolita di Gorizia; il perito chimico Fulvio Lorenzon e il medico dr. Giovanni Andrea Avanzi responsabili della sicurezza sul lavoro.

Un ringraziamento personale alla professoressa Caterina Furlan, direttore del *Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali - Villa Manin di Passariano* dal 1996 al 2000, preziosa guida per l'*équipe* del Progetto.

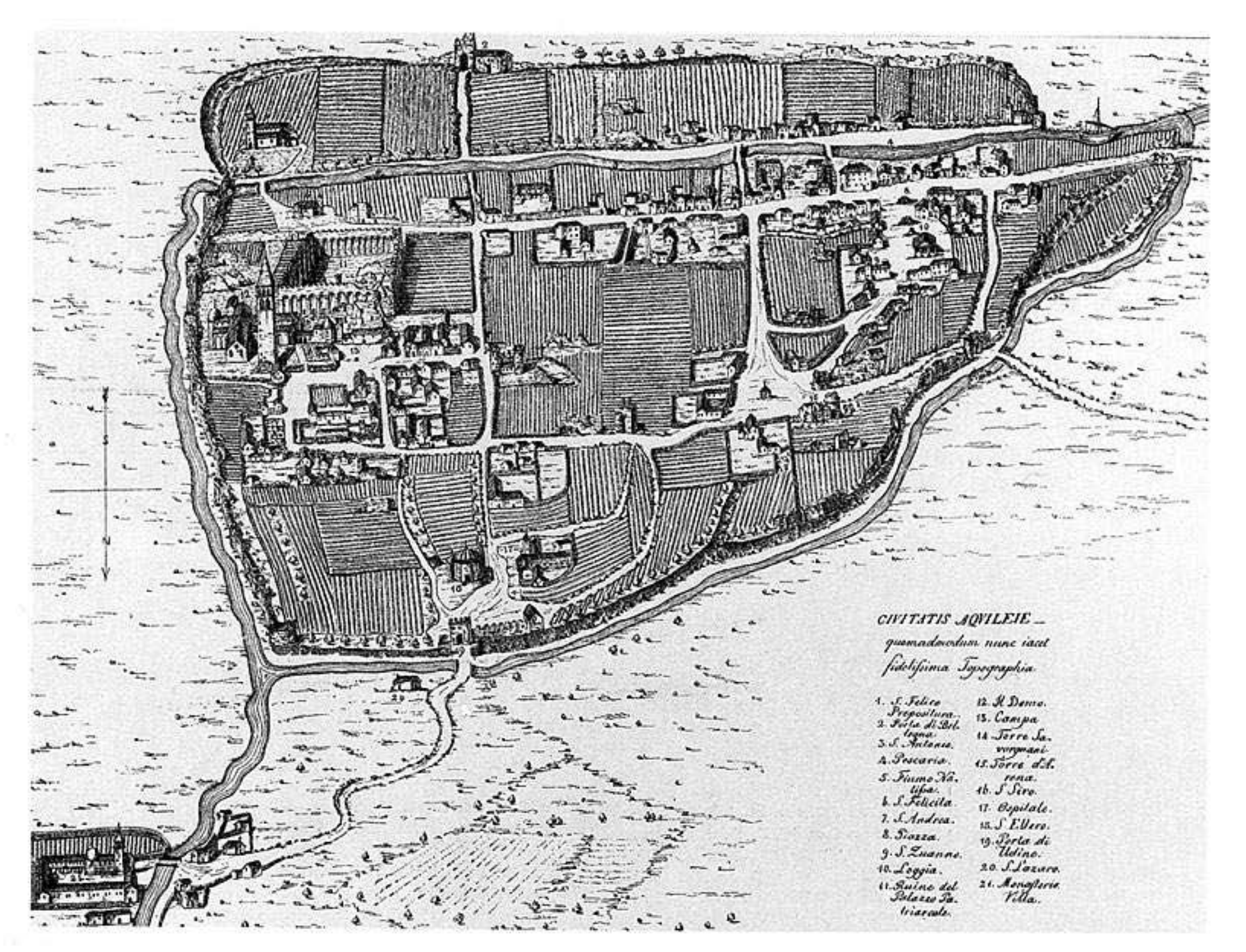
Si ringraziano i docenti del *V Ciclo quadriennale di studi teorico-pratici per Restauratori/Conservatori dei beni culturali - Villa Manin di Passariano 1996-1999* sulle Superfici architettoniche (Dipinti murali e Materiali lapidei) e, in particolare, i docenti del Progetto di Aquileia: il rest. Guido Botticelli docente di restauro dei Dipinti murali; l'arch. Alessandra Biasi docente di Disegno e Rilievo architettonico; l'ing. Agostino Bruschi docente di Fisica, Fotografia e Informatica; il prof. Franco Cucchi docente di Geologia; il dott. Adriano Drigo docente di Storia dell'Arte medievale; il Sig. Angelo Michelutti tecnico del Laboratorio di Microbiologia; il rest. Renato Portolan assistente restauratore dei Dipinti murali; il dott. Andrea Proietti docente di Microbiologia; l'arch. Alessandra Quendolo docente di Storia e teoria del restauro architettonico.

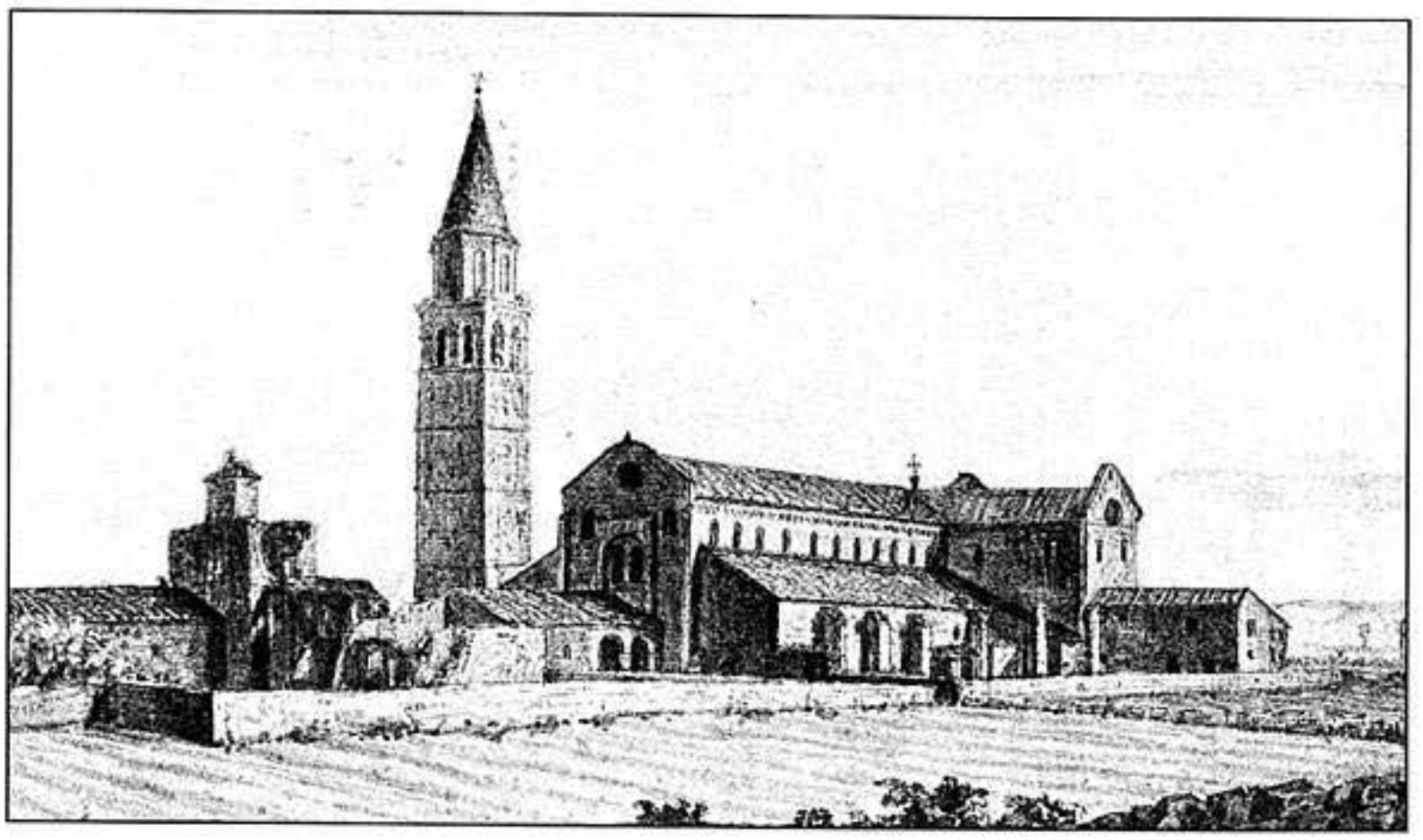
Si ringraziano le restauratrici diplomate che hanno redatto le relazioni sul Progetto, discutendole all'esame di diploma di Conservatore/Restauratore dei beni culturali rilasciato dalla Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia ai sensi della legge 27/1971: Silvia Pecorelli, Marta Reccardini, *Ricerca storica sul territorio di Aquileia*; Eleonora Dudine, Margherita Marcuzzi, *La basilica di Aquileia. Storia dell'edificio*; Albarita Fiorino, Morena Maresia, Chiara Marini, Tamara Zambon, *Progetto di restauro degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia. Studio storico artistico, tecnica pittorica. Interventi di restauro eseguiti nel passato e stato di conservazione*; Elena Fabbro, M. Caterina Olivieri, *Metodologia e intervento di restauro. Test preliminari per alcune proposte operative.*

Si ringraziano i collaboratori del Progetto: la dott. Beatrice di Colloredo Toppani della Soprintendenza ai Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici del Friuli-Venezia Giulia; mons. Antonio Vitale Bommarco già Arcivesco Metropolita di Gorizia e mons. Dino De Antoni Arcivescovo Metropolita di Gorizia; il perito chimico Fulvio Lorenzon e il medico dr. Giovanni Andrea Avanzi responsabili della sicurezza sul lavoro.

Un ringraziamento personale alla professoressa Caterina Furlan, direttore del *Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali - Villa Manin di Passariano* dal 1996 al 2000, preziosa guida per l'*équipe* del Progetto.

AFFRESCHI ABSIDALI
NELLA BASILICA DI AQUILEIA
PROGETTO DI RESTAURO



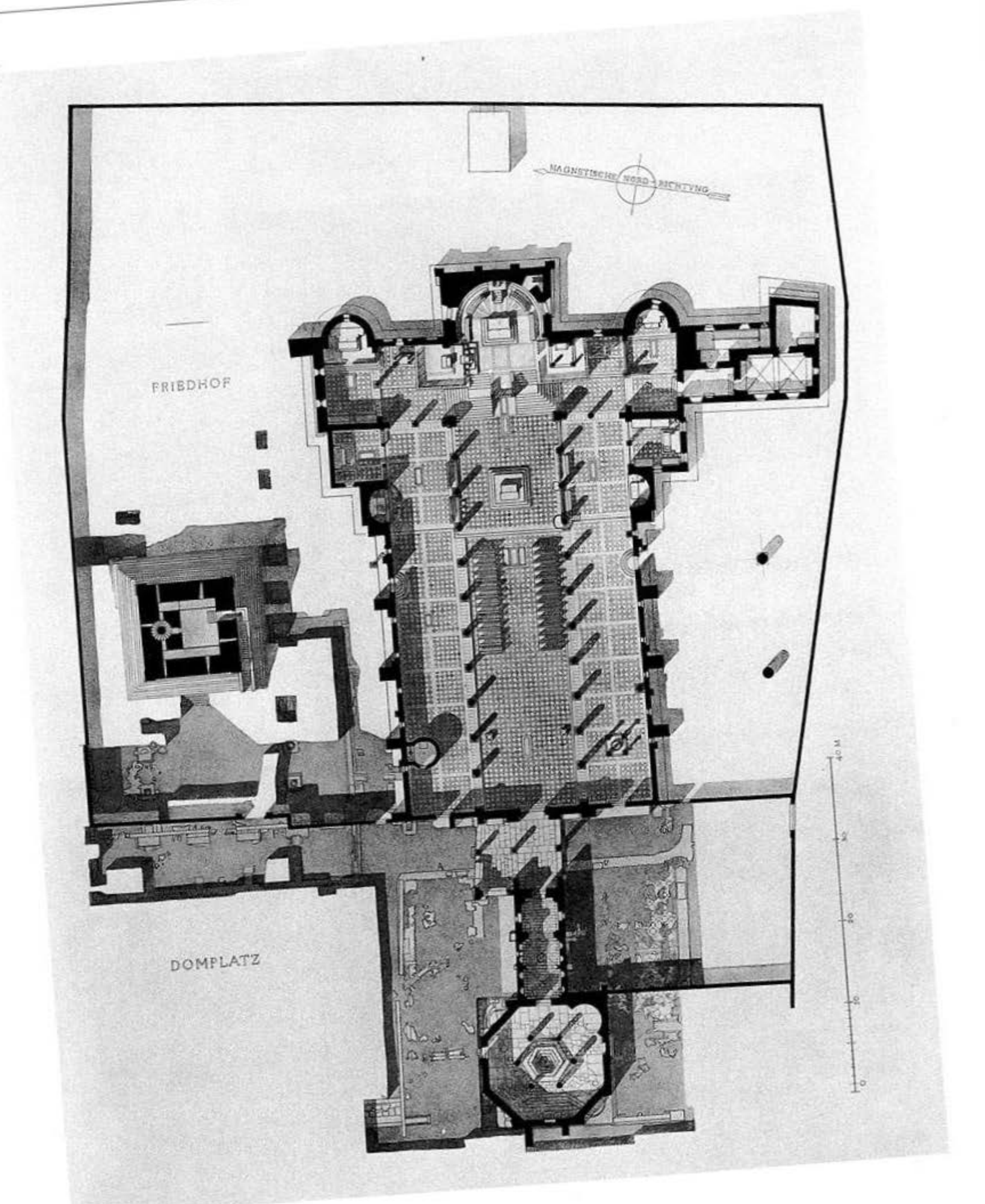


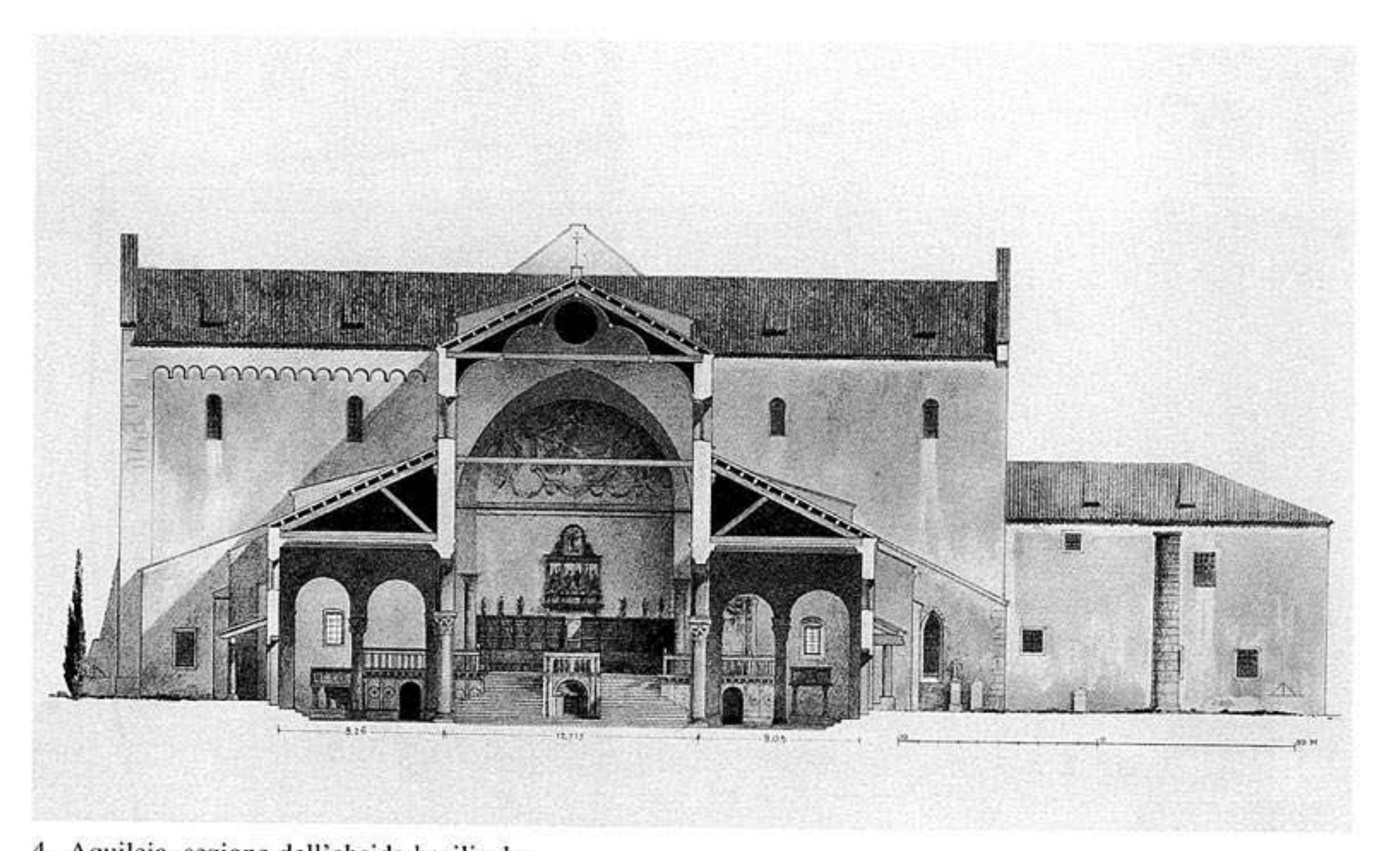
1. Pianta di Aquileia nel 1435 (dis. G.B. RIGHETTI 1865).

2. Il complesso basilicale dei santi Ermagora e Fortunato in Aquileia all'inizio del XVIII secolo (dis. L. ZUCCOLO).

3. Pianta della basilica di Aquileia con gli annessi (dis. A. GASPARIN 1893).

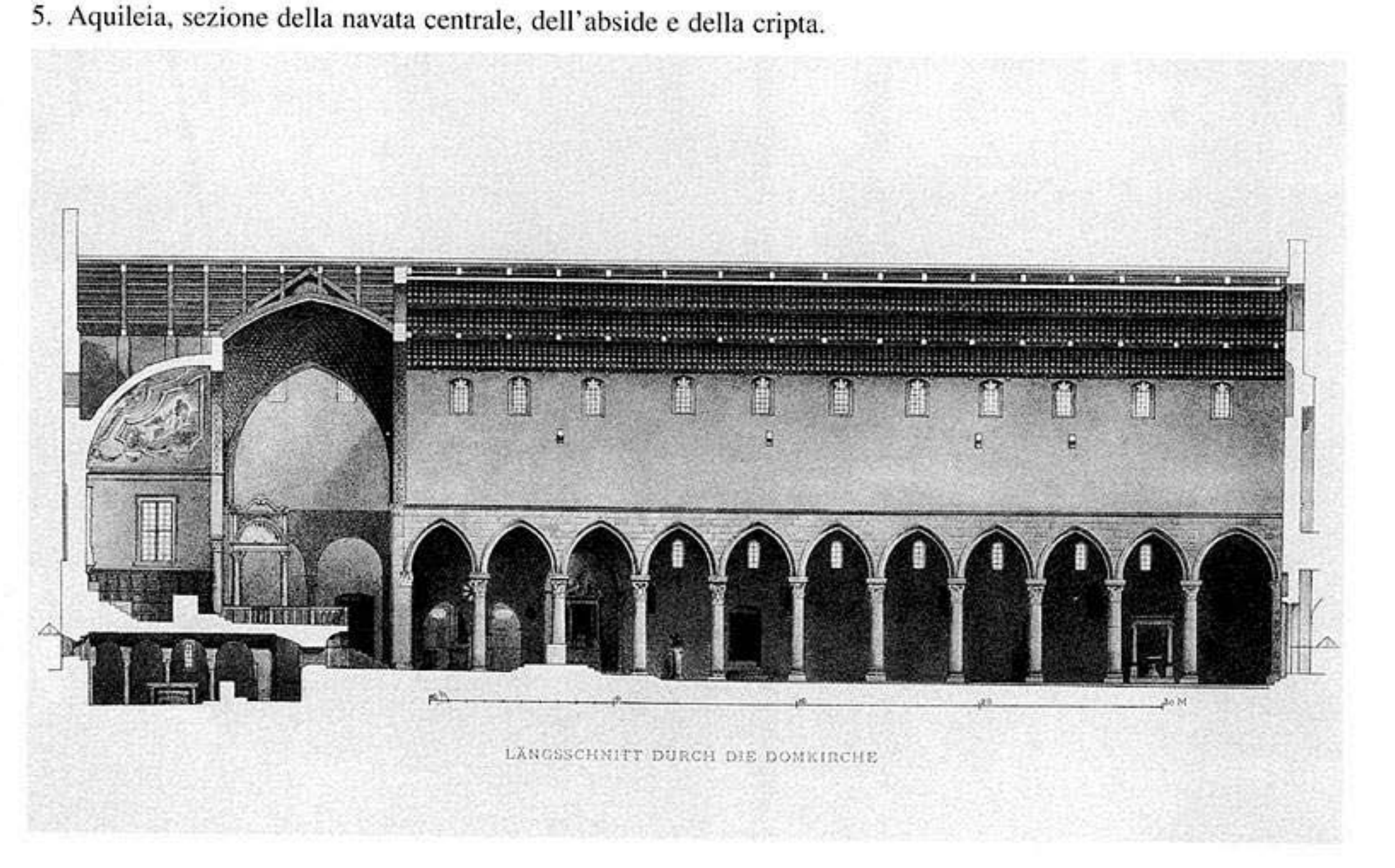
I diss. 1-3 sono tratti da: G. F. LANCKORONSKI, G. NIEMANN, H. SWOBODA, *Der Dom von Aquileia. Sein Bau und seine Geschichte*, Wien 1906.

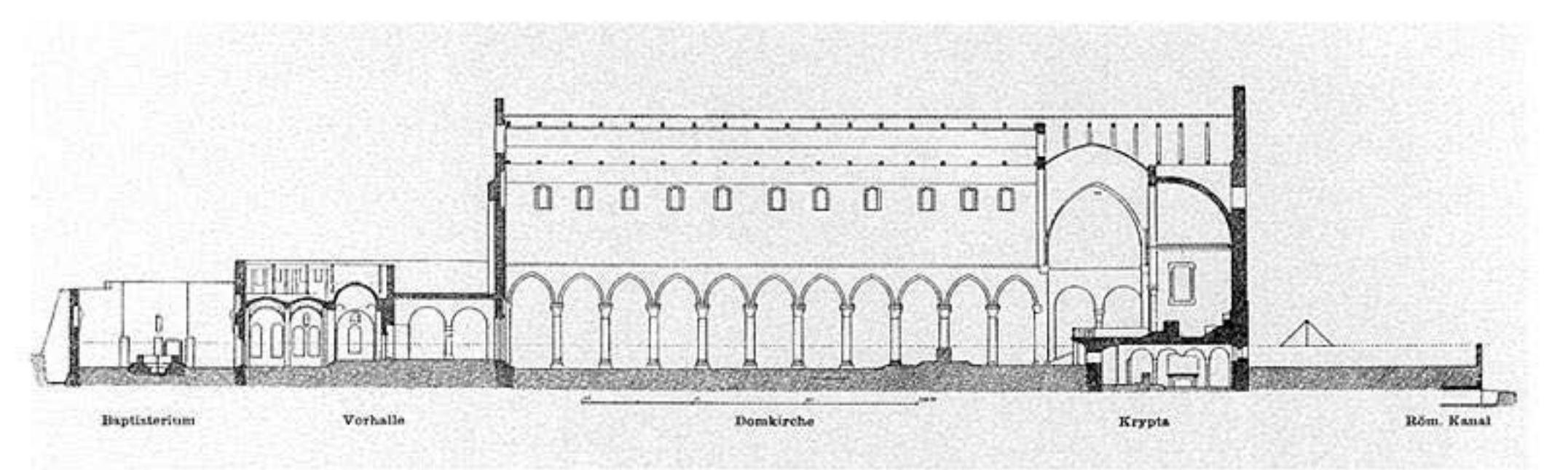

MAGNETISCHE NORD-RICHTUNG
FRIEDHOF
DOMPLATZ
40 M



4. Aquileia, sezione dell'abside basilicale.

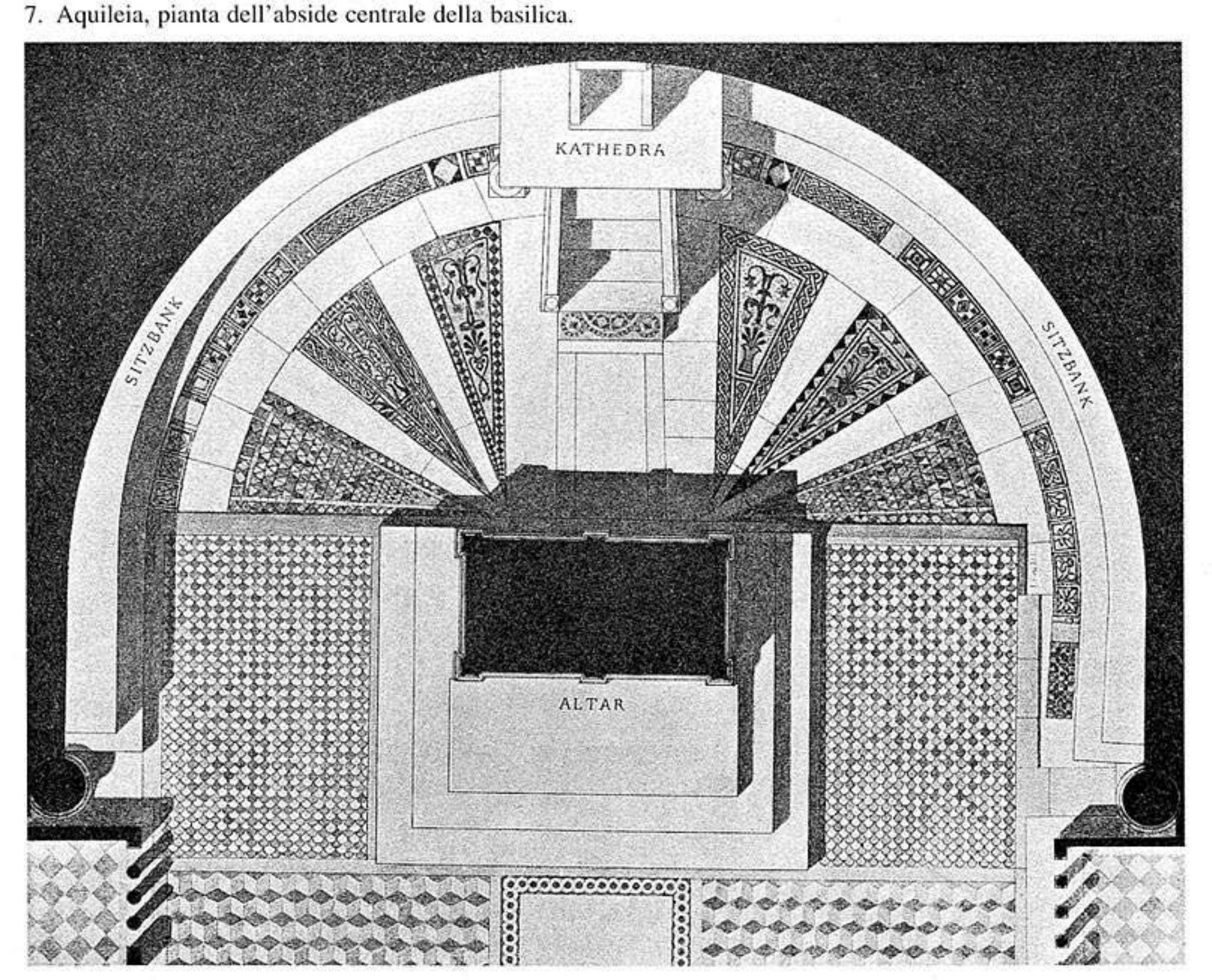
5. Aquileia, sezione della navata centrale, dell'abside e della cripta.





6. Aquileia, sezione del complesso basilicale.

7. Aquileia, pianta dell'abside centrale della basilica.



Le figg. 4-7 sono tratte da: G. F. LANCKORONSKI, G. NIEMANN, H. SWOBODA, *Der Dom von Aquileia. Sein Bau und seine Geschichte*, Wien 1906.

Aquileia, basilica dei santi Ermagora e Fortunato. Veduta generale dell'interno (foto Elio e Stefano Ciol).

LE PITTURE MURALI DELL'ABSIDE DI AQUILEIA QUESTIONI DI TECNICA E DI STILE

GIOVANNA VALENZANO

La decorazione absidale della basilica di Aquileia costituisce uno degli esempi più significativi della pittura ottoniana (fig. 1).

1. Aquileia, decorazione absidale.

2. Aquileia, *Vergine in trono con il Bambino.*

Sul catino (fig. 2) campeggia la Vergine in trono con il Bambino, entro la Mandorla sostenuta dai simboli del Tetramorfo, secondo lo schema canonico per la *Maiestas Domini*. Non si tratta tuttavia di un *apax*, diversamente da quanto è stato detto e ribadito anche di recente, ma di un tema che, seppure raro, conosce comunque alcune attestazioni. Mi limito a ricordare un manoscritto del X secolo conservato presso la Biblioteca Comunale di Brescia (Cod. A. VI 26 fol. 14r), esempio questo già segnalato da Dale[1], che raffigura la Madonna entro un clipeo con intorno i 4 simboli degli Evangelisti, e un'opera ottoniana: la coperta della legatura dell'Evangelistario di Ottone III, realizzato a Reichenau nel 998 c. (fig. 3)[2].

4. Aquileia, catino absidale, particolare.

sa aquileiese "*aquilegensis ecclesiae [...] in honorem scilicet Ss. Hermacora et Fortunati constructae*". Le reliquie dei martiri, che da questo momento diventano espressamente aquileiesi, sono ricordate nella dedicazione di un altare nella cripta nel 1058. La consacrazione della basilica è ricordata nella lunga iscrizione dipinta su un nuovo intonaco nel XIII secolo, probabilmente riprendendo il testo originale (fig. 4).

Gli affreschi furono descritti dal canonico Bertoli nelle sue Antichità di Aquileia[5], corredati anche di un rapido disegno con la preziosa trascrizione dei *tituli* ancora ben leggibi-

li nel Settecento, che permettono di identificare i personaggi. Se il gruppo di destra (fig. 5) non presenta difficoltà dal momento che le scritte, seppure conservate soltanto parzialmente, sono ancora oggi abbastanza leggibili, per cui le figure sono state unanimemente interpretate, partendo dal centro, rispettivamente, con Enrico III, ovvero il figlio dell'imperatore, l'imperatore Corrado II e la moglie, l'imperatrice Gisella, il personaggio che a sinistra è effigiato, dopo il patriarca Poppone, senza nome, è destinato a rimanere ancora oggi privo della possibilità di una precisa identificazione (fig. 6). Le congetture che sono state presentate dai diversi studiosi, che hanno via via interpretato il personaggio effigiato come l'imperatore Enrico II il Salico, a cui Poppone dovette la sua fortunata carriera politica, o come Enrico o Arrigo III, o, ancora, come Adalberto o Adalberone di Carinzia, o infine, secondo quanto di recente è stato supposto da Silvia Blason Scarel[6], come il fratello di Poppone Ozi II o Ocinus, sono destinate a rimanere nel puro campo delle illazioni possibili, perché purtroppo il personaggio non presenta alcun segno distintivo che permetta di avvalorare o comunque preferire un'ipotesi rispetto all'altra.

Le pitture dell'abside furono picchettate e scialbate nel 1733[7], per intonare l'insieme alle nuove cornici in stucco. Solo nel 1793 il pittore Furlanetto fu incaricato di eseguire una nuova decorazione nel catino absidale. Le pitture sono state riscoperte alla fine dell'Ottocento, precisamente nel 1896[8], e studiate per la prima volta da Swoboda[9], che le ha precisamente descritte. Lo studioso ha sottolineato, in una preziosa nota, che, diversamente dal caso delle pitture di San Giorgio a Oberzell nell'isola di Reichenau, dove vi erano generalizzati fenomeni di ossidazione, gli affreschi dell'abside di Aquileia presentavano tracce di ossidazione in nero solo in limitati e circostanziati punti, come in alcuni fiori o nelle stelle delle vesti imperiali. Sono inoltre dettagliatamente descritte le lacune dovute a estese cadute d'intonaco, rese in tutta la loro drammatica evidenza nell'acquarello realizzato da Theophilos Melichar, che reca la data 8 novembre 1901, pubblicato alla tavola XIV, a corredo del testo. Nelle note seguenti sono inoltre riportate le lettere ancora leggibili dei *tituli* che accompagnano i santi raffigurati, ponendo l'accento sulla reale consistenza delle iscrizioni, rispetto alla lettura tramandata da Bertoli, ad esempio si sottolinea la perdita della quarta lettera della parola *imp[...]rato [....] dus,* tramandata da Bertoli come *Conradus imperator*. L'imperatore indossava un elegante mantello blu, ormai perduto: rimangono solo pochi frammenti di colore sull'intonaco lisciato a calce (fig. 7).

Pochi anni dopo, nel 1911, Planischig[10] mise l'accento sul-

5. Aquileia, catino absidale, particolare.

6. Aquileia, catino absidale, particolare.

7. Aquileia, catino absidale, particolare della veste dell'imperatore Corrado.

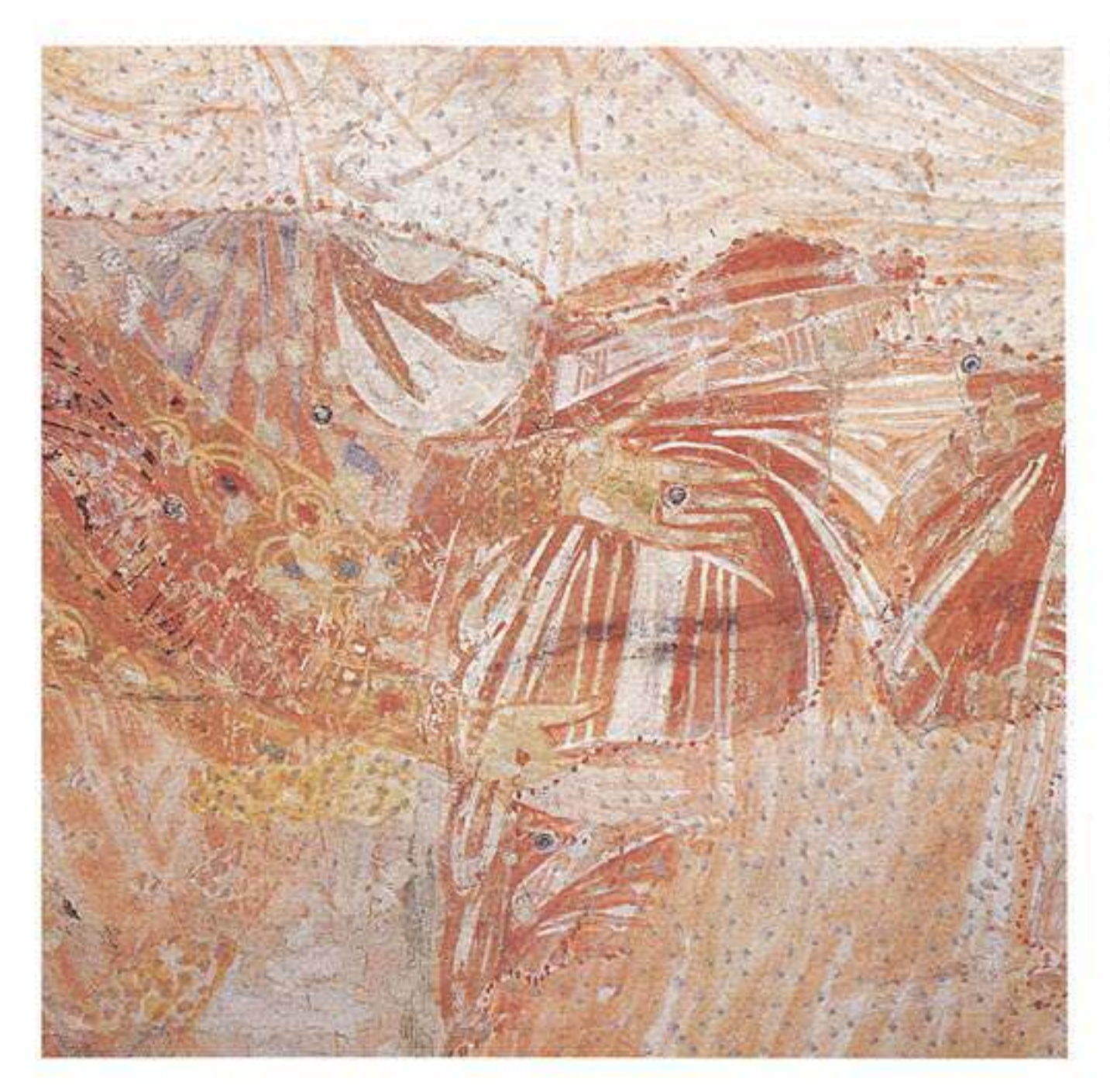
l'influenza delle coeve pitture di Oberzell nell'isola di Reichenau.

Pietro Toesca[11] diede degli affreschi aquileiesi un giudizio limitativo, richiamando a confronto gli affreschi di San Vincenzo di Galliano, questi ultimi messi in relazione alla data di consacrazione del 1007, di ben altra potenza. Il giudizio di Toesca fu certamente condizionato dal cattivo stato di conservazione e dai processi chimici presumibilmente peggiorati in seguito alla scialbatura e al successivo intervento del Furlanetto, a cui è da imputarsi quel generale sbiancamento che conferisce l'effetto larvale ed evanescente che ancora oggi caratterizza la superficie pittorica. Dai saggi di pulitura effettuati dagli allievi della Scuola di Restauro del Centro di Catalogazione e Restauro di Villa Manin di Passariano si riesce a leggere un colore più vivo e vicino all'originale che mostra la grande qualità di queste pitture.

Di tale qualità ben si avvide Morassi, che ebbe la fortuna di osservare e studiare la decorazione, in occasione dei restauri, conclusi nei primi tre mesi del 1921[12], e di cui pubblicò ampia relazione, corredata da un'estesa e non affatto consueta, per quei tempi, campagna fotografica, a documentare lo stato precedente l'intervento realizzato, sotto la sua direzione, dall'Ufficio delle Belle Arti per la Venezia Giulia, ad

opera di Giuseppe Cherubini, nel "Bollettino d'Arte" del 1923[13].

Per l'alto valore dell'intervento novecentesco, improntato a rigorosa distinzione tra parti originali e di ripristino e netta differenziazione tra elementi di certa ricostruzione ed altri irrimediabilmente perduti, che vengono quindi puramente evocati da semplici cenni che non vogliono addurre equivoche copie o false iterazioni in stile, ancora oggi purtroppo riproposti in restauri condotti senza il necessario rigore scientifico, si ritiene doveroso riprendere con ampi stralci la descrizione dell'intervento offerta da Morassi[14]. "Si tolsero quindi i frammenti degli stucchi settecenteschi e gli strati non ancora rimossi. Poi le pitture furono ripulite di ogni resto di calce o di malta. Si otturarono i buchi prodotti dalle martelline per assodare l'intonaco. Certe parti dell'affresco, che facevano pancia, si dovettero segare e appiattire alla parete. Migliaia di chiodi di rame furono adoperati per raggiungere la consistenza assoluta. Terminata la prima parte del lavoro, puramente tecnica, ci si domandò come poteva essere restaurata la pittura. Cioè: si doveva limitarsi a riempire di colore neutro le parti mancanti, oppure si potevano completare integrandole? Due principi opposti, come si vede si presentarono. Dapprima non fu alcun dubbio. Si disse: il restauro dovrà limitarsi al puro consolidamento, senza aggiunta di un solo tocco di colore. È presto detto, il principio scientifico. Ma quando si videro le intere zone morte, proprio nelle parti di maggiore importanza, come mancassero i volti della Madonna e del Bimbo in trono, e l'affresco veramente soffrire delle sue mutilazioni, e rimanere esangue, allora ci si convinse che la norma del restauro ha le sue eccezioni e che questa pittura doveva ridiventare uno spirito vivente nella immensità della basilica. Come si poteva giungere a questo senza negare il principio, in modo da rendere riconoscibile, subito, l'opera moderna dall'antica, senza falsare né l'insieme né i particolari? Si adottò questo criterio: l'affresco esistente fu lasciato tal quale e le buche martellinate furono riempite di colore neutro, in modo da essere subito distinte. La parte mancante fu rifatta con un leggero colore a tempera, in velatura, di un tono molto più chiaro dell'esistente; fu poi completamente punteggiata a fitte macchie e segnata nel contorno da un filetto oscuro. Così la nuova pittura è riconoscibile anche dal basso, e lo studioso non può essere ingannato. L'insieme dell'affresco è restituito alla sua funzione sacra. Nulla è falsato, nulla pregiudicato. Se domani avesse a prevalere il criterio di lasciare visibili i soli lacerti originali, sarebbe facile cosa levar via la pittura. Ma non credo che a ciò si possa giungere mai. La pittura dell'abside ha una funzione di vita, nella basilica, di cui è ridiventata il centro ideale. Re-

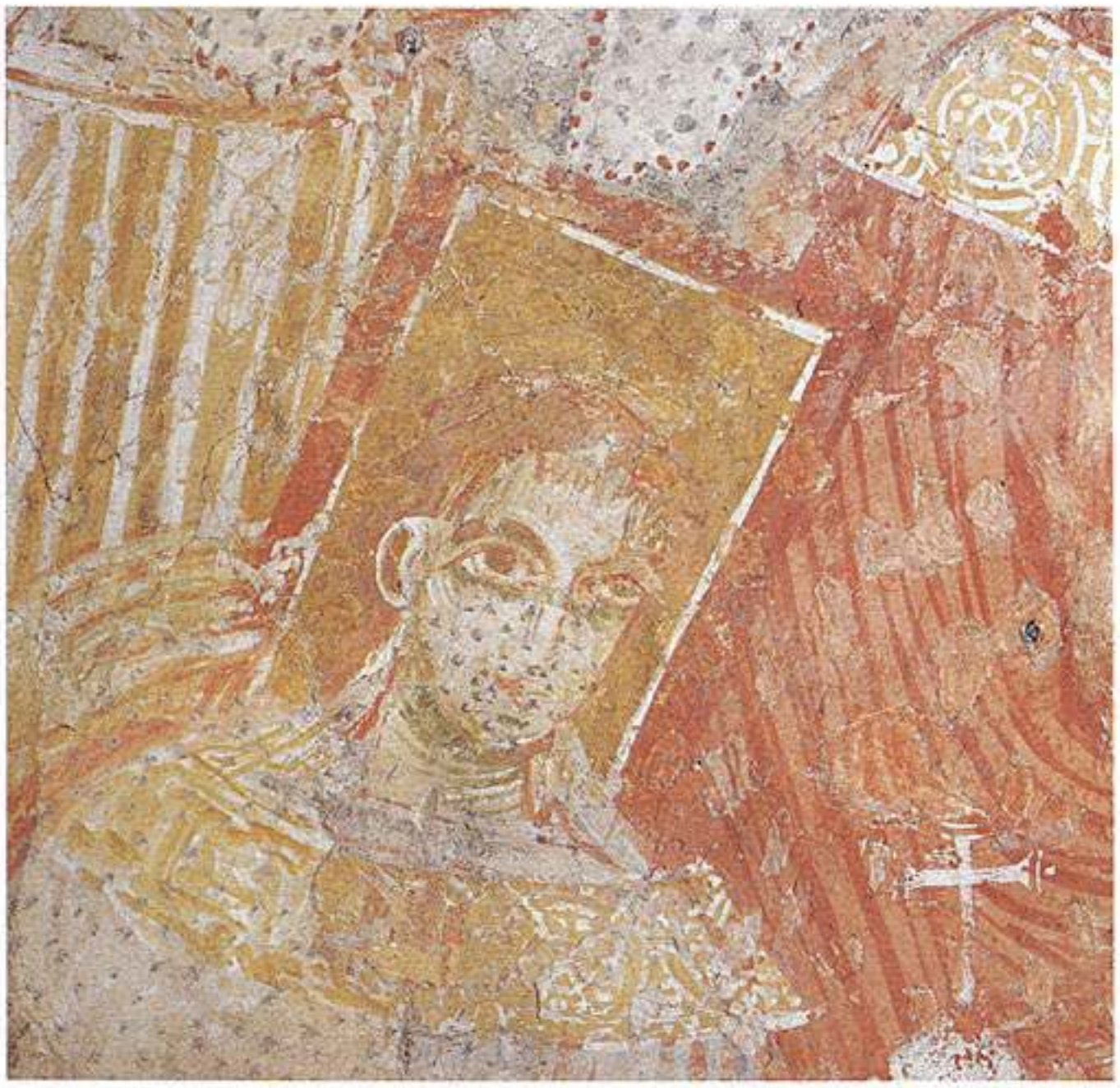


8. Aquileia, catino absidale, particolare del panneggio dell'evangelista Marco.

taurato il catino si venne giù coll'armatura e si compì il laoro medesimo alle grandi figure dei martiri, che per fortuna, alvo le due laterali, non erano molto danneggiate. Si aperse llora la finestra centrale, rinvenendo quasi tutta la decorazioe a fogliame; e così ritornarono nella loro forma originaria le ue finestre laterali, che in altri tempi erano state modificate rettangolo"[15].

Dopo questo lungo *excursus* su un intervento ormai storiizzato e che costituisce un'importante testimonianza del diattito sull'elaborazione dei progetti e delle tecniche di tutela el primo Novecento, possiamo cominciare ad esaminare le itture. Si tratta, come si avvidero già Swoboda e Morassi, di ittura a fresco su un sottilissimo strato di malta, largamente inita a calce. Tra le figure del catino absidale spiccano per la oro alta qualità alcuni frammenti dei panneggi meglio conervati, in cui è possibile leggere il gioco delle lumeggiature tte a conferire plasticità ai corpi (fig. 8). Il dettaglio della figura del patriarca Poppone, riconoscibile per il nimbo qualrato[16] dei viventi, che caratterizza i committenti, permette da na parte di leggere il parziale rifacimento del volto, contradlistinto dall'esecuzione ad acquarello di una punteggiatura olta a conferire un 'effetto morbillo' che lo rende facilmente listinguibile dagli originali, senza disturbare la visione da lon-

9. Aquileia, catino absidale, particolare del patriarca Poppone.



10. Aquileia, catino absidale, particolare del patriarca Poppone.

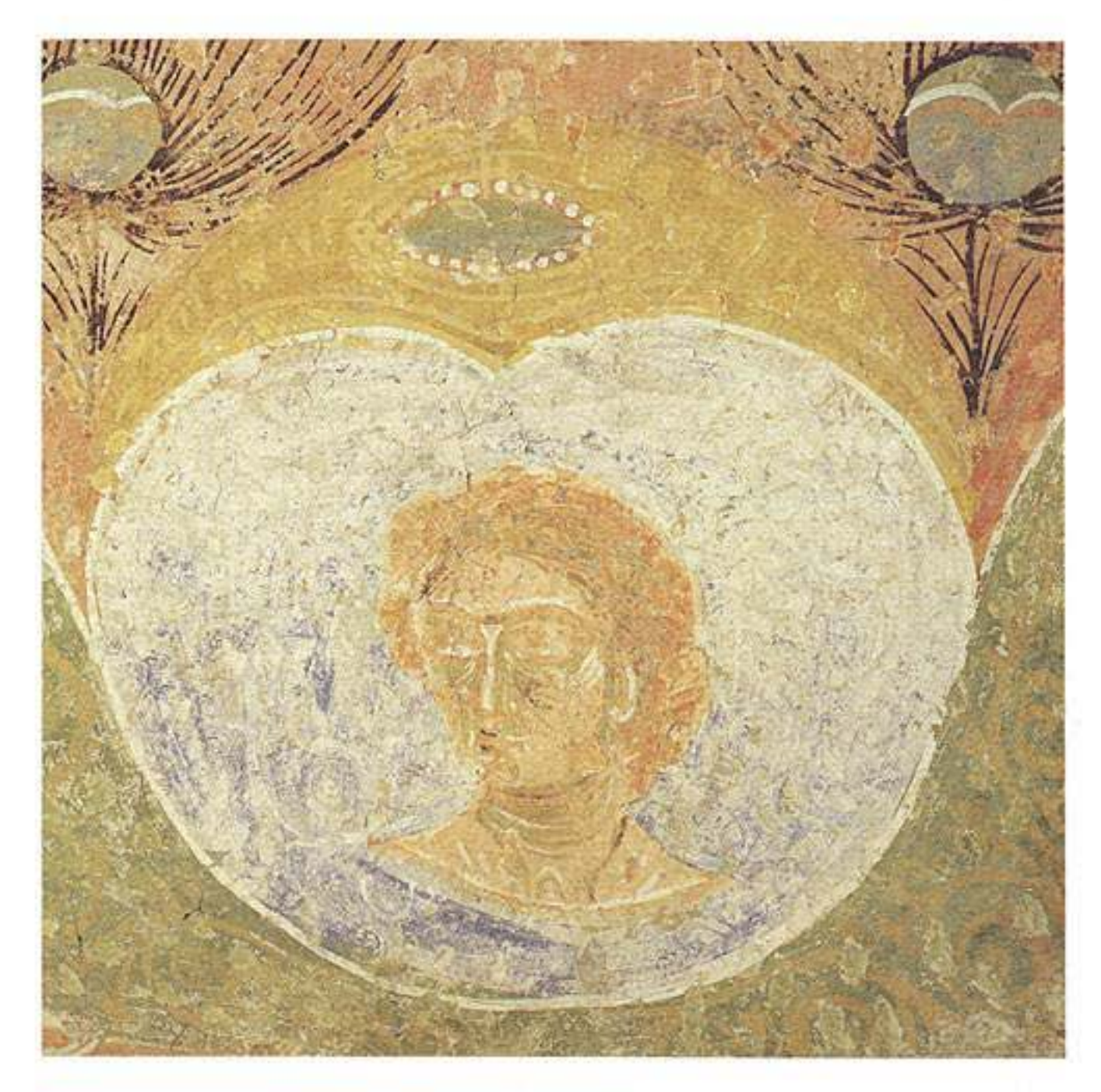
ıno (fig. 9), dall'altra di apprezzare i dettagli meglio conserati, come quello con il modellino della chiesa, ravvivata da ennellate spesse di calce (fig. 10).

I personaggi avevano vesti riccamente decorate, con eleıenti a secco in gran parte caduti, ma in alcuni casi straordiariamente, seppure parzialmente, conservati, come nel partiolare della legatura del codice di Fortunato (fig. 11). Spiccao l'acconciatura di Gisella e i disegni dei tessuti delle vesti. .a possibilità di accedere ai ponteggi e di esaminare da vicio le pitture ha permesso di poter apprezzare certi gradi di riinitura che ancora si conservano, seppure solo in alcuni framıenti. Dal basso non si coglie infatti il grado di elaborazione el fondo, con la precisa definizione dei fiori di croco sul pra-ɔ erboso; ancora è particolarmente impressionante la resa po-ɜnte del muso ferino del simbolo dell'evangelista Marco, reo con pennellate sicure (fig. 12).

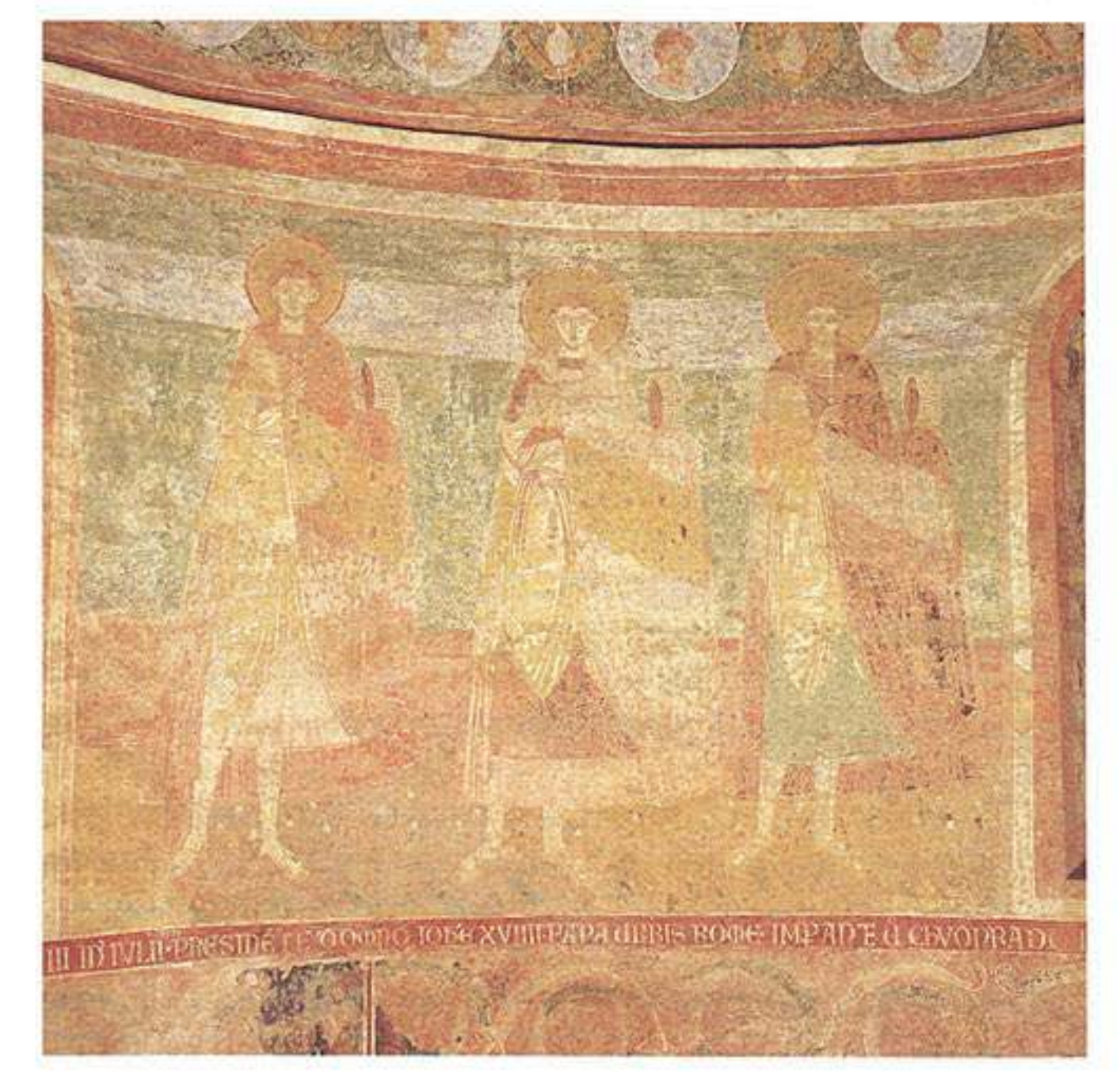
A suddividere la raffigurazione del catino absidale dal re-;istro inferiore, corre una particolarissima cornice, realizzata la medaglioni a cuore, o più precisamente da anelli gemmati 'isti in prospettiva, che racchiudono volti di martiri alternati fig. 13) a pavoni, già interpretati come aquile da Swoboda. Tra medaglioni si stagliano le penne di ali di pavone aperte, che ›resentano fenomeni di ossidazione in nero. Secondo Morassi i trattava di oro ossidato in nero. Lungo le penne vi sono se-;ni di incisioni, vista la totale assenza di segni incisi del tipo li quelli usati per facilitare la costruzione delle figure riporando sull'intonaco i profili delle sagome, o tracce di incisioni lirette a delimitare i campi, ad eccezione della mandorla e dei egni incisi a compasso per i medaglioni, pare difficile interıretare i segni incisi delle ali dei pavoni come tracce di un supıorto disegnativo. Mi pare possa essere più probabile, anche ıer il tipo di incisione, che si possa trattare del segno del ta-;lio di una lamina dorata o argentata presumibilmente di sta-;no. Nel tamburo incedono le monumentali figure di otto mariri, identificati, nella maggior parte dei casi, da iscrizioni di-ɜposte lungo il fianco, a partire da destra, con *Criysogonus*, un nartire non corredato dall'iscrizione ma individuabile come *Primigenius*, *Largus*, *Felix*, *Fortunatus*, *Dionisyus*, *Anastasia* fig. 14). I martiri indossano vesti foggiate alla moda antica, :osì come è tramandata da mosaici paleocristiani ripresa in miıiature e pitture di età carolingia e ottoniana. Swoboda aveva ıotato la differenza di proporzioni tra le teste e le figure del caıno absidale e del tamburo e la divergenza degli assi degli ari nella rappresentazione dei martiri e le aveva interpretate coıne segno di una differenza esecutiva, attribuita a due artisti di-ɜersi che avrebbero lavorato contemporaneamente su due ponıeggi diversi, dovuta proprio all'altezza del ponteggio inferio-

11. Aquileia, catino absidale, particolare del codice di Fortunato.

12. Aquileia, catino absidale, particolare del simbolo dell'evangelista Marco.



13. Aquileia, decorazione absidale, particolare del volto di martire.



14. Aquileia, decorazione absidale, particolare dei martiri.

re, che in una fase dei lavori sarebbe caduta proprio poco al di sotto della metà delle figure dei martiri causando il disassamento degli arti inferiori. Tale ipotesi fu già confutata da Morassi che vide, "nello spostamento delle gambe di fronte al corpo, un'ingenua adozione di un movimento tardoantico" ma che ugualmente postulò la compresenza di artisti diversi, sulla base delle differenti proporzioni e nel "trattamento delle mani, piccolissime e quasi atrofiche, nei Martiri, larghe e oltremodo grandi nelle figure superiori, in particolare della Vergine"[17]. In realtà tale disassamento è un tratto caratteristico di molta pittura ottoniana e in particolare della Reichenau, come rendono con chiara evidenza alcuni particolari delle pitture del ciclo di San Giorgio di Oberzell (fig. 15) o le figure di Cristo e dell'apostolo Pietro, alle sue spalle, nel Miracolo dell'indemoniato raffigurato nel f. 103v dell'Evangelistario di Ottone III (Monaco Bayerische Staatsbibliothek, CLM 4435, realizzato intorno al 998 (fig. 16). Morassi riprese il confronto istituito da Toesca con gli affreschi quasi coevi di San Vincenzo in Galliano, sottolineandone tuttavia le differenze, come una minor plasticità e l'assenza di riferimenti alla cultura bizantina. Lo studioso leggeva le pitture aquileiesi entro "la tradizione lineare, di una tarda derivazione carolingia o meglio ottoniana", ove la "risultanza plastica non deriva dalla potenzialità chiaroscurale ma è subordinata al giuoco lineare, come si osserva spesso nelle miniature ottoniane d'oltralpe. La quale affinità è evidente quando si considerino dal lato stilistico le pitture di Reichenau o Goldbach eseguite nel X secolo"[18]. È merito quindi dello studioso aver individuato le principali direzioni culturali, delineando le fondamentali linee di riferimento entro cui leggere il particolare linguaggio pittorico. Non potendo ripercorrere tutte le varie letture critiche[19] ci soffermiamo sul testo di Dina Dalla Barba Brusin e Giovanni Lorenzoni. Gli autori escludono i riferimenti ravvisati con la decorazione di Castel Sant'Elia presso Nepi e di Sant'Urbano alla Caffarella di Roma, e non riscontrano alcuna parentela con gli affreschi realizzati intorno al Mille in area veneta, quali il primo strato della decorazione di San Nazaro e Celso a Verona del 996, il frammento sopra il portale della basilica dei Ss. Felice e Fortunato a Vicenza e l'affresco già esistente in S. Nicolò di Lido a Venezia, datato 1043, mentre individuano precise consonanze nella 'grandiosità dell'impianto' attenuata nella 'loro gracilità' con alcuni particolari delle storie di San Giorgio di Oberzell. Il riferimento a tali affreschi, richiamato già da Swoboda, viene quindi contestualizzato e precisamente indicato. Sono inoltre individuate 'analogie morfologiche' "nel modo di fare le teste piuttosto piccole rispetto al corpo e nel rendere trasparenti i lembi delle vesti, oltre le quali si vedono parti delle gambe. Anche il lieve difet-

› di assialità, che ha avuto interpretazione di carattere estra-
eo alla cultura figurativa, può senz'altro trovare un termine di
onfronto nelle figure di Cristo di Oberzell"[20].

Al riguardo pare più interessante verificare i rapporti tra
.quileia e la cultura pittorica della Reichenau, alla luce dei
:centi studi condotti sul ciclo pittorico a San Giorgio di Ober-
:ll, che ripercorre la consueta rassegna bibliografica[21].

Tale ciclo, che in origine coinvolgeva l'intero spazio della
ıiesa di San Giorgio, e di cui oggi rimangono ben conserva-
: solo le scene con i miracoli di Cristo lungo le pareti della
avata centrale, non è ancorato a nessun appiglio cronologi-
ɔ. La tradizione lo attribuisce per lo più all'abate Witigowo
)85-997), che lasciò il monastero in grande crisi economica,
opo aver sperperato le ricchezze, accumulate con grande dif-
coltà, in inutili ed eccessivi abbellimenti. Di certo l'abate
veva promosso una grande impresa pittorica, la decorazione
ella chiesa e del chiostro del monastero di Mittelzell, al cen-
o dell'isola di Reichenau nel lago di Costanza, secondo
uanto recita un noto passo del *Carmen de gestis Witigowo-
is abbatis*[22]. Il brano nomina le immagini dipinte commis-
onate dall'energico abate a *pictores augenses*, ossia ai pitto-
di Reichenau, responsabili delle pitture della chiesa e del-
intero chiostro (*Iusserat et totum pictores pingere clau-
'rum*). Tali pitture sono purtroppo andate perdute, anche se è
ossibile averne almeno una pallida idea grazie alle descri-
ioni contenute in una cronaca scritta intorno al 1500 da Gal-
ıs Oheim[23] e dai 2000 frammenti ritrovati negli scavi del
933-1934[24].

I pittori dell'isola di Reichenau sono documentati già nella
ıetà del IX secolo nei famosi versi che decantano la chiesa del
ıonastero di San Gallo, di cui si nominano espressamente le
ɔlonne di marmo erette ad opera di artisti palatini e l'opera
ei pittori provenienti dalla non lontana celebre isola di Rei-
henau (*Insula pictores transmiserat Augia clara*)[25]. La ricor-
:nza, a distanza di secoli, di pittori formatisi nei cantieri del-
ı Reichenau e operosi in altre importanti commissioni, ha fat-
› supporre un notevole ruolo giocato da questa scuola pittori-
a, su cui esiste da un secolo un notevole dibattito. Coloro che
:ndono a sottolineare l'importanza della cultura pittorica, fio-
ta e affermatasi nei monasteri del lago di Costanza, attestata,
ı primo luogo, dalla produzione di straordinari codici mano-
:ritti riccamente miniati[26], hanno attribuito a pittori prove-
ienti dalla Reichenau anche la decorazione della chiesa del
ıonastero di Peterhausen, compiuta a ridosso o poco dopo la
onsacrazione del 992, malgrado le fonti non vi facciano alcun
splicito cenno, che conosciamo solo dalle descrizioni di poco
osteriori, dal momento che il complesso monastico di età ot-

15. Oberzell, San Giorgio, particolare della scena raffigurante il miracolo della donna malata (foto Autore).

16. Vangeli di Ottone III (Monaco Bayerische Staatsbibliothek, Clm. 4453) *Miracoli della tempesta e dell'indemoniato* (foto Autore).

17. Libro delle Pericopi di Enrico (Monaco Staatsbibliothek Clm. 4452) *Dormitio Virginis* (foto Autore).

18. Oberzell, San Giorgio, *Miracolo dell'indemoniato* (foto Autore).

19. Oberzell, San Giorgio, particolare della scena raffigurante il miracolo della tempesta (foto Autore).

toniana fu completamente distrutto da un incendio scatenatosi nel 1159. L'ipotesi ha una sua verosimiglianza, in considerazione del fatto che tale monastero fu fondato dal vescovo di Costanza Gebehardo I, ricorrendo ai monaci della vicina abbazia di Reichenau, che è considerata abbazia madre. Il *Casus monasterii Petrihusensis*[27] attesta che i muri della basilica erano decorati da bellissime pitture, che illustravano le Storie del Vecchio e del Nuovo Testamento, dipinte, rispettivamente, a sinistra e a destra. Il passo è ricco di preziose indicazioni sulla tecnica usata e sui sistemi operativi, come si avvide, non a caso, Julius von Schlosser, che raccolse il brano citato nella sua ancora oggi fondamentale silloge antologica di fonti per la storia dell'arte medievale. Il testo latino pone l'accento sul fatto che in ogni parte del ciclo l'immagine del Signore aveva un'aureola dorata intorno al capo. Tale precisa descrizione trova una conferma nei dati ricavati dall'osservazione diretta delle pitture del ciclo di San Giorgio di Oberzell, nell'isola di Reichenau. È stato infatti dimostrato che la testa di Cristo in origine era circondata da un'aureola di lamina di stagno dorata, secondo quanto attestano i buchi di chiodi rilevati in tutti i punti in cui è raffigurato il nimbo di Cristo[28], con un effetto non dissimile dalle aureole in foglia d'oro dell'illustrazione libraria, come mostrano le miniature del Libro delle Pericopi di Enrico II (Monaco Staatsbibliothek Clm. 4452), realizzato tra 1007 e 1017 (fig. 17). Assai particolare doveva essere il soffitto della chiesa di Peterhausen che appariva sospeso come una croce, con stelle dorate, mentre al di sopra del coro, la Vergine Maria madre di Dio attorniata dai 12 apostoli, ordinati in apposite tavole a formare una croce, era dipinta d'oro e con preziosi colori. Le fonti non solo esaltano la bellezza di queste pitture ma anche la preziosità dei colori usati dagli artisti. Al riguardo è estremamente interessante la notizia dell'uso dell'azzurro *de Graico colore, qui vocatur lazur*, definito come un colore ottimo e steso in modo abbondante ovunque, procurato grazie alla generosità del *Venetorum numque episcopus*[29], che ne aveva regalato un modio pieno (circa 52 libre). Tale passo costituisce un'importante prova per l'uso, seppure eccezionale, del lapislazzulo a ridosso del Mille[30]. Il *Casus* riferisce un gustoso episodio sulle condizioni di lavoro dei pittori. Racconta infatti che i pittori del vescovo di Costanza, definiti *perfidi,* invidiosi del successo di questi artisti, riconoscibili con pittori della Reichenau per una parte della critica, attivi alla decorazione del monastero, che lavoravano con molta cura alla preparazione e alla stesura dei colori, sottrassero fraudolentemente questi ottimi colori, costringendo così i pittori incaricati della decorazione a sospendere l'opera. Solo quando furono ritrovati i colori essi poterono riprendere la commissione.

Di questo periodo, nell'isola di Reichenau si sono invece conservate le pitture di San Giorgio di Oberzell e, non lontano quelle della cappella di San Silvestro a Goldbach.

Come ho già avuto modo di dire: "Estese ricerche condotte grazie ai ponteggi corredate da analisi sui pigmenti pittorici hanno permesso di fare luce sulle tecniche della pittura su muro in età ottoniana. Su alcuni dati pare importante soffermarsi. I colori in determinati casi sono gli stessi usati per miniare il libro. Al riguardo è da sottolineare anche su muro l'uso esteso del minio, il colore rosso aranciato, usato per scrivere i capilettera e per decorare le iniziali e colorare le immagini su pergamena. Il colore, a causa del legante, subiva facili alterazioni e infatti oggi le pitture sono profondamente alterate, non solo le striature nere dei panneggi erano in realtà appunto rosse, ma tutti i colori in origine erano vivi e luminosi. Lucentezza e preziosità del colore sono infatti le caratteristiche più celebrate dalle fonti. Gli innegabili rapporti tra pittura e miniatura, che proprio il caso di Reichenau mostra nel modo più paradigmatico nei precisi rimandi tra ciclo pittorico e ciclo miniato dei miracoli di Cristo, dove alcuni episodi delle pitture di San Giorgio di Oberzell e del codice con i Vangeli di Ottone III sono di fatto quasi sovrapponibili, al di là delle differenze di dimensione, trovano una conferma anche dalla lettura di alcune fonti"[31].

La chiesa di San Giorgio di Oberzell fu costruita ad opera dell'abate Heito III (888-913)[32], che era anche arcivescovo di Magonza. L'edificio conserva estesi brani di pitture sulla navata centrale e alcuni frammenti in quelle laterali. Completamente perduta è andata la decorazione della zona absidale, in seguito alle trasformazioni costruttive del XV secolo.

Il ciclo, che dispiega sulle pareti della navata gli episodi della vita di Cristo (fig. 18), con particolare attenzione ai miracoli, corredati da *tituli* tratti da poeti carolingi[33], è stato oggetto di numerosi e approfonditi studi[34]. I colori usati sono l'ocra gialla e rossa, la terra verde, l'azzurro, il nero fossile e il bianco di calce, il minio e anche il cinabro. Alcuni degli elementi decorativi sono comuni sia in miniatura sia in pittura murale, come il meandro prospettico e i fregi a foglie d'acanto. Di straordinario impatto figurativo le miniature dei Vangeli di Ottone III conservati a Monaco, con la loro rutilante cromia, possono aiutarci a ricostruire mentalmente l'originario effetto visivo suggestionato da uno squillante colore. Gli strettissimi rimandi iconografici tra le miniature dei principali codici del gruppo di Liuthar con gli affreschi di Oberzell sono da tempo noti; si osservi, al riguardo, tra i più significativi, l'esempio del Miracolo della Tempesta o dell'Indemoniato, sostanzialmente identici nello schema compositivo nel codice di

Monaco e negli affreschi (figg. 16 e 19). Oltre alla rispondenza nell'impaginazione delle scena vanno ricordati anche alcuni espedienti tecnici che confermano gli stretti rapporti tra miniatura e pittura murale. I contorni delle figure in entrambi i casi erano rilevati da profilature rosse stese con il minio, ancora ben leggibili nel caso delle miniature, trasformate in nero per l'ossidazione del colore in quello delle pitture. Anche in molti punti delle pitture aquileiesi vi sono tracce di ossidazione nera che credo possano essere interpretate come resti di minio[35], ad esempio nei panneggi dei Martiri. L'uso del minio nella pittura murale di età altomedievale è assai diffuso, come testimonia Teofilo, nel trattato *De diversis artibus*[36], redatto probabilmente da un monaco di origine germanica nella prima metà del XII secolo. Bisogna attendere il LXXII capitolo del trattato di Cennino Cennini per essere ammoniti sui colori da non usarsi su muro: "Ogni colore di quelli che lavori in fresco, puoi anche lavorare in secco; ma in fresco sono colori che non si può lavorare, come orpimento, cinabro, azzurro della Magna, minio, biacca, verderame, e lacca"[37]. Del resto, nel precedente capitolo XLI, *Della natura di uno rosso il quale è chiamato minio*, l'autore aveva già reso edotti sul fatto che "Rosso è un colore che si chiama minio, il quale è artificiato per archimia. Questo colore è solo buono a lavorare in tavola, ché se l'adoperi in muro, come vede l'aria subito diventa nero, e perde il suo colore". Erroneamente ancora oggi si giudica la pittura altomedievale in base ai precetti del noto pittore vissuto a cavallo tra XIV e XV secolo, basandosi su conoscenze assodate in seguito alla sperimentazione dei cantieri in cui operò Giotto, mentre poco si sa delle tecniche e dei colori usati nei secoli precedenti, in particolare tra VIII e XI secolo. Soprattutto per l'Italia mancano studi e pubblicazioni approfondite su pitture murali di età carolingia[38] e ottoniana, come rivela la pubblicazione degli atti sulla pittura murale altomedievale del recente convegno di Lorsch[39].

Tornando alle pitture di San Giorgio a Oberzell, dal punto di vista stilistico, i raffronti proposti da Dörte Jakobs con il *Codex Egberto* sembrano suggestivi[40]. La studiosa, seppure con cautela, ritiene che le scene trovino i confronti più persuasivi con le miniature del gruppo Ruodpert piuttosto che con quelle di Liuthar, proponendo, quindi, una datazione entro l'ultimo quarto del X secolo. Piuttosto generici, limitati a particolari decorativi e tipologici sono in verità i confronti avanzati con il Codice di Gerone (Darmstadt Landesbibliothek, MS 1948) (fig. 20). Per la monumentalità delle figure, risolta in modo più naturalistico, e la maggior libertà di atteggiamenti, le pitture sembrano potersi accostare maggiormente agli esiti del *Codex Egberti*, piuttosto che alle opere precedenti. Nell'impaginare le

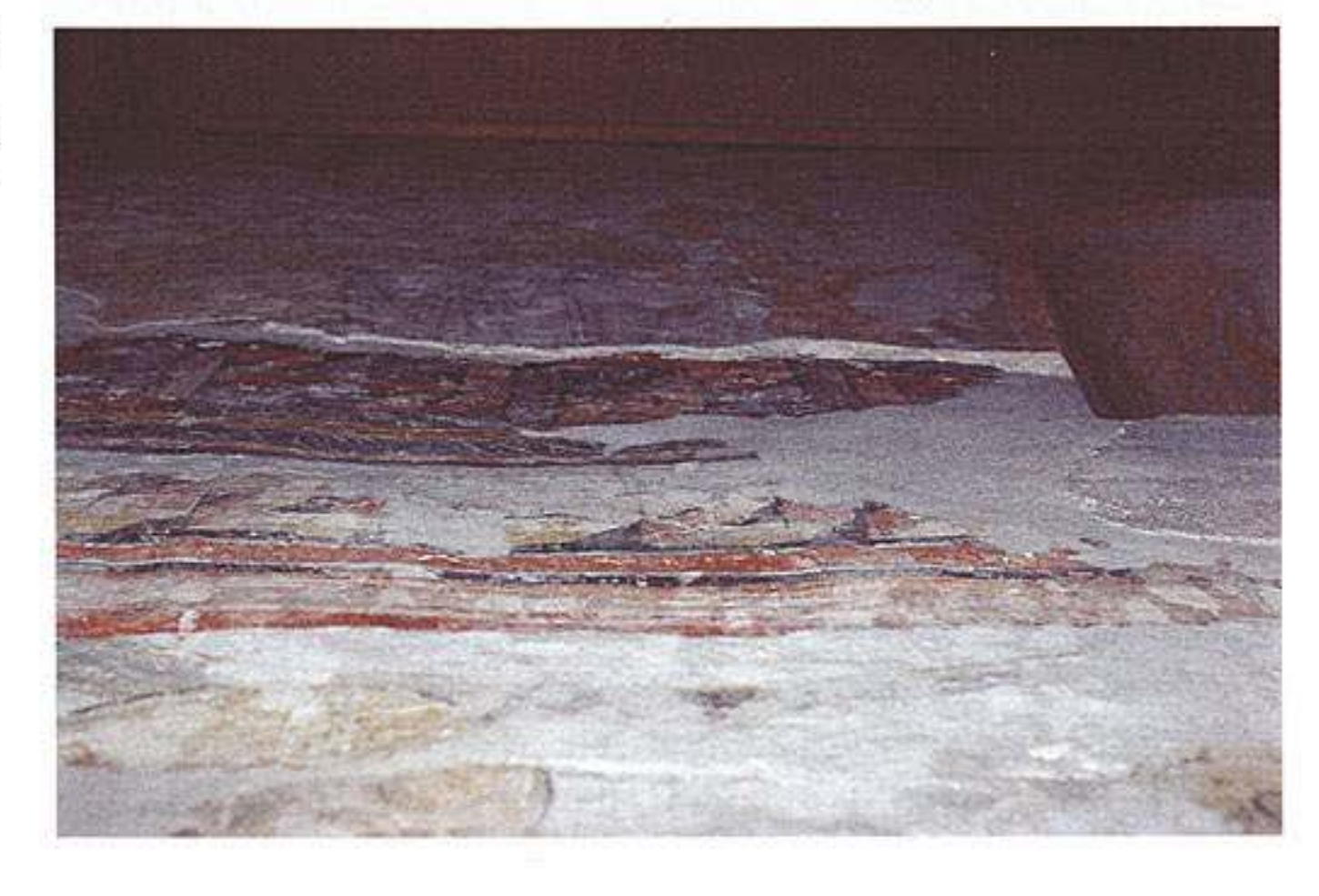
20. Codice di Gerone (Darmstadt Landesbibliothek, MS 1948), San Marco evangelista (foto Autore).

scene l'artista sembra aver meditato sull'opera del Maestro del *Registrum Gregorii*. Sebbene nel ciclo le architetture funganc spesso solo da quinta teatrale, i riferimenti e le riprese da modelli tardoantichi non può spiegarsi senza la conoscenza diretta dell'esperienza del più alto maestro della miniatura ottoniana, probabilmente attivo per un certo periodo presso lo *scriptorium* di Reichenau. Non lo mostrano soltanto le architetture all'antica ma anche gesti pausati delle figure, come si può notare nel particolare della Guarigione del cieco (fig. 21). Le pitture potrebbero dunque essere datate tra il *Codex Egberti* e i Vangeli di Ottone III, quindi nell'ultimo decennio del X secolo. È comunque molto difficile poter stringere persuasivamen-

21. Oberzell, San Giorgio, particolare della scena raffigurante *Guarigione del cieco* (foto Autore).

te la datazione sulla base dei confronti stilistici nella assoluta rarefazione dei testi. Lo stesso rapporto tra pittura e miniatura, seppure chiaramente attestato dalle opere stesse, non è facilmente risolvibile con la certa priorità delle pitture murali sulle miniature, dal momento che in età altomedievale sono di norma le arti suntuarie a essere da guida nell'elaborazione delle novità figurative. In tal caso il ciclo di San Giorgio a Oberzell potrebbe essere considerato un riflesso dell'Evangelistario di Ottone III, invece che il possibile modello e quindi databile poco dopo il Mille. La situazione in verità è assai problematica e la discussione è ancora accesa. Le scene illustranti i miracoli di Cristo di San Giorgio di Oberzell sono stati riproposti nella cappella di San Silvestro a Goldbach. Sulle pereti dell'aula unica si leggono i resti di due cicli sovrapposti (figg. 22-23), l'uno carolingio e l'altro ottoniano, quest'ultimo ricalcato appunto sui medesimi episodi raffigurati a San Giorgio[41]. Le pitture del coro, che raffigurano gli Apostoli (fig. 24) seduti su una panca all'aperto, in uno spazio delimitato da cornici a meandro, al di sopra di uno zoccolo partito da una trabeazione con colonne dipinte a fingere preziosi marmi, sono confrontabili, nella ricaduta dei panneggi e nell'articolazione delle pieghe con alcuni particolari dei drappeggi delle vesti dei personaggi aquileiesi (si confronti fig. 8 e fig. 14). Il panneggio avvolge le pose disinvolte delle gambe incrociate e dei diversificati gesti delle braccia, segnati dal gioco delle linee più scure dello stesso tono e delle lumeggiature, con esiti non dissimili dalle pitture di San Giorgio di Oberzell. Per il secondo strato di decorazione della navata di San Silvestro a Goldbach, coeve a quelle del coro che fu realizzato successivamente alla prima fase costrut-

22. Goldbach, San Silvestro, resti dei due cicli di pitture della navata (foto Autore).



23. Goldbach, San Silvestro, resti dei due cicli di pitture della navata, particolare delle sovrapposizione dello strato d'intonaco (foto Autore).

tiva (825-849), a cui sono invece pertinenti i resti di un primo ciclo corredato dai *tituli* di Walfrido Strabone, che fu abate di Reichenau tra 842 e 849, non esistono appigli cronologici di nessun tipo. Lo studio delle pitture di Goldbach ha permesso di far luce sulle tecniche della pittura a calce in età altomedievale, ma l'esiguità dei resti, confrontati con una trama troppo labile di riferimenti, non permette di avanzare ancora più precise proposte cronologiche. Quello che qui preme sottolineare è una certa corrispondenza di tecnica e di impostazione delle figure con le pitture dell'abside di Aquileia, ravvisabile nelle lunghe mani con le ultime falangi quasi disossate (si confronti fig. 11), come nella mano del monaco raffigurato entro clipeo sulla parete della navata centrale di Oberzell (fig. 25). Alla stessa

24. Goldbach, San Silvestro, pitture del coro, *Apostoli* (foto Autore).

campagna esecutiva delle pitture absidali aquileiesi appartiene il rovinatissimo lacerto con Cristo giudice dipinto nella nicchia della controfacciata (fig. 26)[42]. Tra i riferimenti di volta in volta richiamati dalla critica, per inquadrare stilisticamente le immagini aquileiesi, quelli della pittura murale della Reichenau paiono ancora, a cento anni di distanza dalla loro scoperta, quelli più convincenti, come mostrano una serie di confronti, confortati dall'analisi diretta. Non sembra casuale l'omissione, da parte di Koichi Koshi[43], della riproduzioni delle pitture absidali aquileiesi. Credo che, se fossero stati riprodotti accanto a quelli di Oberzell, come i cicli di San Salvatore a Brescia e San Giovanni a Müstair, le pitture aquileiesi avrebbero da sole costituito la prova inconfutabile per una datazione all'età otto-

25. Oberzell, San Giorgio, particolare di un monaco entro clipeo (foto Autore).

26. Aquileia, controfacciata, *Cristo giudice* (foto Autore).

niana del ciclo di Oberzell. Di tale cultura figurativa, a livello monumentale, proprio la decorazione aquileiese costituisce la più esplicita testimonianza a livello europeo, con la raffigurazione dell'imperatore, della sua famiglia e dei suoi protetti, tra cui il patriarca Poppone, a cui probabilmente si deve l'ideazione della monumentale impaginazione.

NOTE

* La ricerca è stata condotta grazie al cofinanziamento MURST 1998 per il progetto *Corpus ed archivio informatizzato dell'architettura, scultura e pittura medievale nell'antica metropoli di Aquileia e nelle diocesi di confine,* di cui sono responsabile (Coordinatore nazionale prof. Fulvio Zuliani).

1. T. E. A. DALE, *Relics, Prayer, and Politics in medieval Venetia. Romanesque Painting in the Crypt of Aquileia Cathedral*, Princeton 1997, p. 89.

2. Per la legatura si veda la scheda di A. von EUW, in *Vor der Jahr 1000. Abendländische Buchkunst zur Zeit der Kaiserin Theophanu.* Eine Austellung des Schnütgen-Museum vom 12. April bis 16. Juni 1991, Köln 1991, pp. 134-138; mi permetto inoltre di segnalare un soggetto analogo nella placchetta eburnea della fine dell'VIII secolo del Bayerische Nationalmuseum di Monaco (MA164) cfr. M. L. THÉREL, *Le Trionphe de la Vierge-Église,* Paris 1983, p. 50, il frammento di portale dell'abbaziale di Siedburg, oggi a Colonia, Schnütgen-Museum, il capitello del chiostro di Saint-Pous de Thomières oggi a Tolosa presso il Musée des Augustins nel retro della croce reliquiario di Zwettler cfr. H. FILLITZ, M. PIPPAL, *Schatzkunst. Die Goldschmiede-und Elfenbeinarbeiten aus österreichischen Schatzkammern des Hochmittelalters*, Wien 1987, pp. 277-281; su tale tema iconografico mi sono soffermata in uno studio di prossima pubblicazione. Numerosi esempi sono stati rintracciati da C. GROSSET, *La Vierge et le Tétramorphe. Études d'iconographie médievale*, dans Mélanges par R. Crozet, Poitier 1900, che cita il caso di Aquileia a p. 550.

3. In attesa di una nuova monografia sulle vicende architettoniche della basilica, su cui sto lavorando da alcuni anni, in collaborazione con l'arch. Alberto Pratelli della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Udine che sta dirigendo una nuova campagna di rilevamento dell'edificio, avviata nel 1994 grazie ad un progetto finanziato dal Murst diretto dal prof. Giovanni Lorenzoni del Dipartimento di Storia delle Arti visive e della Musica dell'Università di Padova, rimando, per le trasformazioni popponiane, a D. DALLA BARBA BRUSIN, G. LORENZONI, *L'arte del Patriarcato di Aquileia dal secolo IX al secolo XIII*, (Schedulae Patavinae Diversarum Artium. Ricerche e studi di arte medievale a cura di S. Bettini, 1), Padova 1968, in part. pp. 35-53, e, più in generale, sulle vicende costruttive, al saggio pubblicato in questa sede da Bruno Micali.

4. A questo importante patriarca è stata dedicata un'intera recente rassegna a cui si rimanda per il profilo biografico e la bibliografia essenziale, *Poppone. L'età d'oro del patriarcato di Aquileia,* catalogo della mostra a cura di S. BLASON SCAREL, Aquileia 1996.

5. G. D. BERTOLI, *Le antichità di Aquileia* 1739, p. 369.

6. Si veda la scheda di S. BLASON SCAREL, in *Poppone. L'età d'oro*

del patriarcato di Aquileia, catalogo della mostra a cura di S. BLASON SCAREL, Aquileia 1996, pp. 111-119.

7. G. F. LANCKORONSKI, G. NIEMANN, H. SWOBODA, *Der Dom von Aquileia. Sein Bau und seine Geschichte*, Wien 1906, p. 83 nota 4.
8. L. MAGNANI, *Gli affrechi della basilica di Aquileia*, Torino 1960.
9. cfr. il saggio di Swoboda in LANCKORONSKI, NIEMANN, SWOBODA, *Der Dom von Aquileia*, cit.
10. L. PLANISCHIG, *Gli affreschi della conca absidale della basilica di Aquileia studiati nello sviluppo continuato dell'arte*, "Forum Iulii", II, 1911, 3, pp. 65-73.
11. P. TOESCA, *Gli affreschi del duomo di Aquileia*, "Dedalo", VI, 1925-1926, pp. 32-57.
12. Archivio Centrale dello Stato di Roma, *Ministero della Pubblica Istruzione. Direzione generale, AA. BB. AA*, Divisione I 1920/24, b. 1544, Lettera di Guido Cirilli al Direttore Generale delle Belle Arti di Roma, Colasanti, in cui si rammarica di non poter inaugurare, con la presenza del sottosegretario alle Belle Arti e il Direttore Generale, per l'annessione di Aquileia all'Italia il giorno 29 marzo "i musaici romani, teodoriani e bizantini posti in luce e la monumentale tribuna restaurata nelle sue pitture e nel suo organismo originale. L'una opera e l'altra dovuta all'iniziativa ed all'attività di questo ufficio".
13. A. MORASSI, *Il restauro dell'abside della basilica di Aquileia*, "Bollettino d'Arte", 1923, pp. 75-94.
14. Non sono riuscita a ritrovare altra o ulteriore documentazione su questo intervento né presso l'archivio della Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici del Friuli-Venezia Giulia né presso l'Archivio Centrale dello Stato di Roma.
15. MORASSI, *Il restauro*, cit. pp. 77-79.
16. Su tale iconografia già Swoboda offre i principali termini di riferimento cfr. in G. NIEMANN, H. SWOBODA, *Der Dom von Aquileia*, cit. p. 84; da ultimo l'intervento di F. GANDOLFO, in *L'artista nel Medioevo*, atti del convegno di studi a cura di E. Castelnuovo, Modena ottobre 1999, in corso di stampa.
17. A. MORASSI, *La pittura e la scultura nella basilica*, in *La basilica di Aquileia*, Bologna 1933, pp. 299-326, in particolare p. 309.
18. IBIDEM, p. 310.
19. Cito i rapidi cenni negli interventi di G. LADNER, *Die italianische malerai im 11. Jahrhundert*, "Jahrbuch der Kunsthistorischen Sammlungen in Wien", V, 1931, p. 154; E. A. W. ANTONY, *Romanesque Frescoes*, Princeton 1951, p. 154; A. GRABAR, *Le peinture romane*, Genéve 1958, p. 108; F. BOLOGNA, *La pittura italiana delle origini*, Roma-Dresda 1961, p. 35.
20. DALLA BARBA BRUSIN, LORENZONI, *L'arte del Patriarcato*, cit. p. 45.
21. Rimando a A. DRIGO, *Evoluzione della pittura a fresco in area patriarcale tra XI e XII secolo: Aquileia e Concordia* in *Storia e arte del Patriarcato di Aquileia*, (Antichità altoadriatiche, XXXVIII), Udine 1992, pp. 215-230.
22. PURCHARDI, *Carmen de gestis Witigowonis abbatis*, in *Monumenta*

Germaniae Historiae, Scriptores, IV, Hannovverae 1849 (n. ed. 1963), pp. 621-632.

23. K. BRANDI, *Die Kronik des Gallus Öhem. Quellen und Forschungen zur Geschichte der Abtei Reichenau*, II, Heidelberg 1893.

24. D. JAKOBS, *Die Wandmalerei von St. Georg in Reichenau-Oberzell.Untersuchung-Dokumentation-Kontroversen*, in *Wandmalerei des frühen Mittelalters. Bestand, Maltechnik, Konservierung*. Eine Tagung des Deutschen Nationalkomitees von ICOMS in Zusammerarbeit mit der Verwaltung der Staatlichen Schlösser und Gärten in Hessen Lorsch, 10.-12. Oktober 1996 (ICOMOS Hefte des Deutschen Nationalkomitetes XXIII), München 1998, pp. 161-190, in part. p. 177.

25. EKKEARTI *Casus Sancti Galli*, in *Monumenta Germaniae Historiae, Poetae Latini*, II, a cura di Dümmler, Berolini 1884, p. 480.

26. Per una convincente sintesi sulla miniatura prodotta presso lo *scriptorium* di Reichenau si rimanda a H. MAYER HARTYNG, *Ottonian Book Illumination. An Historical Study, I Themes*, II Books, 2 voll., New York 1991, pp. 203-209; per alcuni, tanto importanti quanto essenziali, aggiornamenti si vedano inoltre: K.E.S. LOAIZA, *Biblioteca Apostolica Vaticana. Codex Barberini Latinus 711: a late tenth-century illustrated gospel lectionary from Reichenau*, Berlin 1995; e F. FUCHS-U. KUDER, *Das Liller Evangelistar: eine 'reichenausische' Bilderhandschrift der Salichen Zeit: neue Beobactungen*, "Frühmittelalterliche Studien, XXXII (1998), pp. 365-399.
Ulteriore bibliografia è citata nel mio saggio *La cultura pittorica di Reichenau* e in quello di Federica Toniolo, *Le miniature del Salterio di Egberto*, che ne approfondisce i rapporti all'interno del gruppo di Ruodprechts a corredo dell'edizione del *Psalterium Egberti, Facsimile* a cura di C. Barberi, Trieste 2000.

27. *Casus monasterii Petrishusensis*, in *Monumenta Germaniae Historiae, Scriptores*, II, Hannovarae 1849, pp. 621-630, in parte pubblicato da J. von SCHLOSSER, *Quellenbuch zur Kunstgeschichte des abendländischen Mittelalters*, Wien 1896, trad. it. Firenze 1992; in particolare libro I, cap. 22: "*Muri quoque basilicae erant ex omni parte pulcherrime depicti, ex sinistra parte habentes materiam de veteri, a dextro autem de novo testamento, et ubicumque imago Domini fuerat, aureum circa caput circulum habebat.*"

28. D. JAKOBS, *Die Wandmalerei von St. Georg*, cit., in part. p. 171.

29. *Casus*, cit., liber I cap. 22: "*Venetiorum namque episcopus modium plenum sibi de Graico colore, qui vocatur lazur, gratis pro caritate dederat; qui etiam optimus color abundantissime, sicut ipsi vidimus, muri undique illitus erat.*"

30. Parrebbe quindi non necessariamente ritenerne le circoscritte tracce nelle pitture della cripta dell'abate Epifanio (824-842) frutto di una ridipintura più tarda rispetto alla decorazione pittorica, sulla base della considerazione che: "Sebbene il lapislazzuli fosse noto come pigmento in oriente dal VI-VIII secolo, il suo impiego nella pittura occidentale è indubbiamente più tardo; solo nel XII-XIII secolo si diffonde in Europa la tecnologia per la purificazione del minerale, che veniva importato soprattutto dall'Asia Minore e dall'Afghanistan" come riporta la relazione allegata al testo di Basile citato a nota 38.

31. G. VALENZANO, *La cultura pittorica della Reichenau*, in *Psalterii Egberti. Facsimile*, cit.

32. A. ZETTLER, *Die frühen Klosterbauten der Reichenau. Ausgrabung-Schirftquellen-St. Galler Klosterplan* (Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland, 3), Sigmaringen 1988.

33. Si veda, tra l'amplissima bibliografia, K. MARTIN, *Die ottonischen Wandbilder der St. Georgskirche Reichenau-Oberzell*, Sigmaringen 1975.

34. Si rimanda all'esaustivo D. JAKOBS, *Sankt Georg in Reichenau-Oberzell: der Bau und seine Austattung: Bestand, Veränderung, Restoirienrungsgeschichte*, 3 voll., Stuttgart 1999.

35. Per questo problema si veda anche il saggio di Casellato e Soroldoni.

36. THEOFILI, *De diversis artibus*, a cura di C. R. Dodwell, London 1961. Ancora qualche decennio fa si dava credito all'ipotesi che Theofilo Rogerius potesse essere identificato con un monaco vissuto nell'XI secolo a Reichenau, secondo la tesi di H. ROOSEN-RUNGE, *Die Buchmalerei-Rezepte des Theophilus (Quellengeschichtliche Untersuchungen zur Schedula Diversarum Artium des Theophilus)*, "Münchner Jahrbuch der bildenden Kunst", 3, III-IV, 1952-1953, pp. 159-171; IDEM, *Die Farben und Malrezepte des I. Buches des Schedula Diversarum Artium des Theophilus Presbyter und die Buchmalerei des frühen Mittelalters*, in *Actes du XVIIe Congrès International d'Histoire de l'Art*, La Haye 1955.

37. CENNINO CENNINI, *Il libro dell'arte o trattato della pittura*, a cura di F. Tempesti, Milano 1984, p. 75.

38. Costituisce un'eccezione G. BASILE, *Il restauro delle decorazioni murali della cripta dell'abate Epifanio e degli ambienti attigui dell'abbazia di San Vincenzo in Volturno*, "Arte Medievale", s. 2, XI, 1997 [ma 1999], pp. 171-189.

39. *Wandmalerei des frühen Mittelalters. Bestand, Maltechnik, Konservierung.* Eine Tagung des Deutschen Nationalkomitees von ICOMS in Zusammerarbeit mit der Verwaltung der Staatlichen Schlösser und Gärten in Hessen Lorsch, 10.-12. Oktober 1996 (ICOMOS Hefte des Deutschen Nationalkomitetes XXIII), München 1998.

40. D. JAKOBS, *Sankt Georg*, cit. Del tutto infondata è l'ipotesi di datazione delle pitture all'età carolingia proposta in varie occasioni da Koichi Koshi: si veda l'ultimo contributo K. KOSHI, *Die frühmittelalterliche Wandmalerein der St. Georgskirche zu Oberzell auf der Bodenseeinsel Reichenau*, Berlin 1999.

41. H. F. REICHWALD, *Die Sylvesterkapelle in Goldbach am Bodensee. Bestand-Restaurierungsgeschichte-Maßnahmen-Tecnologie*, in *Wandmelerei des frühen Mittelalters. Bestand, Maltechnik, Konservierung.* Eine Tagung des Deutschen Nationalkomitees von ICOMS in Zusammerarbeit mit der Verwaltung der Staatlichen Schlösser und Gärten in Hessen Lorsch, 10.-12. Oktober 1996 (ICOMOS Hefte des Deutschen Nationalkomitetes XXIII), München 1998, pp. 191-218.

42. Tale lacerto fu reso noto da U. PROCACCI, *Sinopie e affreschi*, Firenze 1960, fig. XXX, p. 25, scheda p. 20.

43. K. KOSHI, *Die frühmittelalterliche Wandmalerein*, cit. che ribadisce l'insostenibile datazione all'età carolingia delle pitture di Goldbach e di Oberzell; ma per un più corretto inquadramento si rimanda ai già citati esaustivi studi di D. Jackobs.

LE INDAGINI CONOSCITIVE SUI BENI CULTURALI LE ESPERIENZE NELLA BASILICA DI AQUILEIA

BRUNO MICALI

La questione del restauro dei beni culturali in questi ultimi tempi ha avuto approfondimenti teorico-pratici anche a seguito delle disponibilità finanziarie e delle nuove applicazioni tecnologiche. Il *restauro*, fin dalle prime formulazioni teoriche e metodologiche, è sempre stato terreno di discussione e spesso di polemica e questo perché è una operazione prevalentemente *critica* che deve essere preceduta da una ampia conoscenza del bene da restaurare.

La necessità della *conoscenza* della singola opera d'arte o monumento, come fase preliminare ad ogni intervento di corretto restauro, viene richiamata indirettamente solo nel 1964 con la *Carta di Venezia*.

La *Carta del Restauro 1972* esplicita chiaramente il problema dello studio che precede il progetto (... "*parte integrante di questo studio saranno le ricerche bibliografiche, iconografiche, archivistiche, eccetera*")[1].

Per i restauri architettonici da eseguire in zona sismica, dopo i terremoti del Friuli, dell'Irpinia e dell'Umbria, sono avvenuti approfondimenti teorico-pratici che hanno avuto ufficialità ai vari livelli istituzionali attraverso *Direttive* e *Raccomandazioni*[2].

Tali approfondimenti, che sono stati di riferimento operativo anche per quei beni non inclusi nelle zone sismiche come la zona Aquileia[3], sono confluiti in un documento prescrittivo di natura tecnica e metodologica denominato *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro dei Beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica* elaborato ed approvato nel 1996 dal Comitato di Settore per i Beni Ambientali e Architettonici e dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nella seduta del 28.1.'97.

In quest'ultimo documento, che ha una sua validità metodologica anche per i beni culturali non a rischio sismico, viene ufficialmente codificato che il problema della *conoscenza* delle opere da restaurare coincide con il progetto preliminare[4]. Tuttavia tale fase conoscitiva nella maggioranza degli interventi architettonici operati in Regione ma, anche più recentemente, nel periodo della massiccia ricostruzione

del Friuli terremotato, ha avuto una attuazione non sempre completa. Ciò per varie cause tra le quali il costo talvolta notevole delle indagini che ha portato a ridurre all'essenziale la fase preliminare della conoscenza, specialmente per quei beni culturali di proprietà privata.

Ma anche un atteggiamento culturalmente condizionato dalla urgenza di ripristinare/restaurare i beni culturali danneggiati del terremoto ha spesso portato ad operazioni restaurative precedute diagnosi incomplete e talvolta assenti. Da un osservatorio privilegiato quale è quello della Soprintendenza si può affermare che, sebbene in presenza di finanziamenti pubblici erogati per la ricostruzione del Friuli terremotato o di contributi, tuttora erogati, ai sensi della L.R. 60/76 o della L. 1552/61, rari sono i casi di studi preliminari al restauro architettonico veramente esaustivi. La situazione è stata ed è più confortante invece per gli interventi di restauro artistico (affreschi, opere lapidee, quadri ecc.).

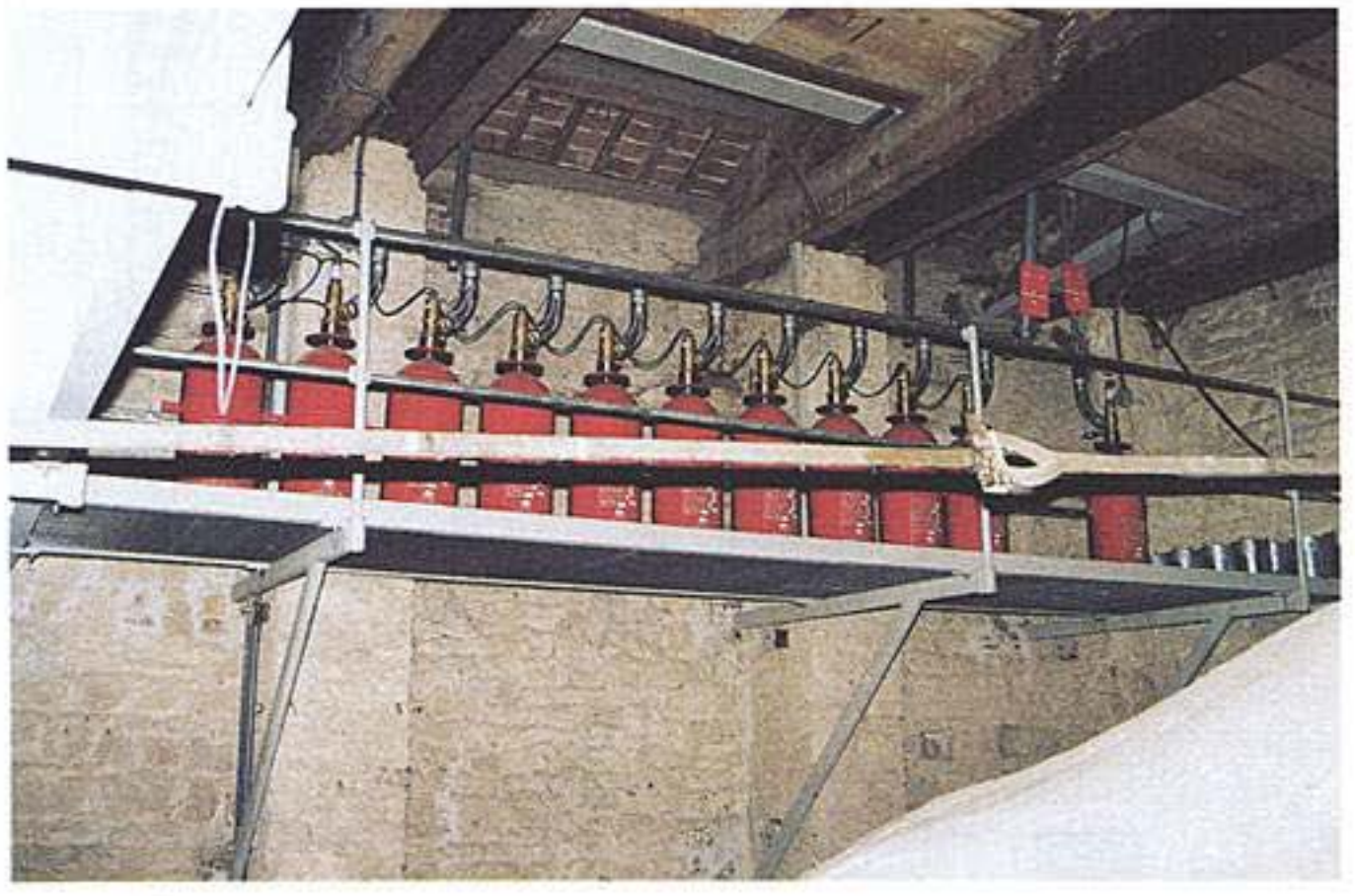
Nella storia dei restauri architettonici effettuati in questo ultimo secolo alla basilica di Aquileia viene effettuato un primo studio scientifico sui cedimenti di fondazione del campanile da parte di Jamilkowski, Paolo e Luisa Bertacchi[5].

Invece, per quanto concerne i restauri artistici, nei primi anni '70 il restauro degli affreschi situati nella cripta sotto l'abside (cosidetta *cripta degli affreschi*), può essere annoverato tra i primi in Regione ad essere preceduto da indagini chimico-fisiche e microbiologiche che sono state effettuate dall'Istituto Centrale del Restauro di Roma.

Ma gli apporti disciplinari da indagini archeologiche condotte presso il complesso basilicale sono quelli che hanno portato i contributi conoscitivi più consistenti con la messa in luce dei pavimenti musivi della basilica teodoriana sud e nord, agli inizi del '900, con gli scavi archeologici degli anni '60 presso le fondazioni del campanile. Emerge chiaramente che la tutela impone una indagine storica e tecnica preliminare, tale da comportare una pluralità di contributi disciplinari il cui coordinamento, per la necessaria visione d'insieme, costituisce di per se un momento progettuale con una specificità tale che rende diverse le scelte rispetto agli interventi sulle nuove costruzioni.

La Soprintendenza ai Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici e Friuli-Venezia Giulia, che da anni si occupa del complesso basilicale di Aquileia, dedica una eccezionale attenzione allo studio dei dissesti del campanile di Aquileia. L'azione conoscitiva, in via di completamento, ha dato un primo quadro di non gravità delle condizioni generali del manufatto, ma ha evidenziato la necessità di interventi di riparazione dei dissesti per consegui-

1. Saggi sull'estradosso della volta absidale: è emersa una struttura in laterizi posati di piatto.

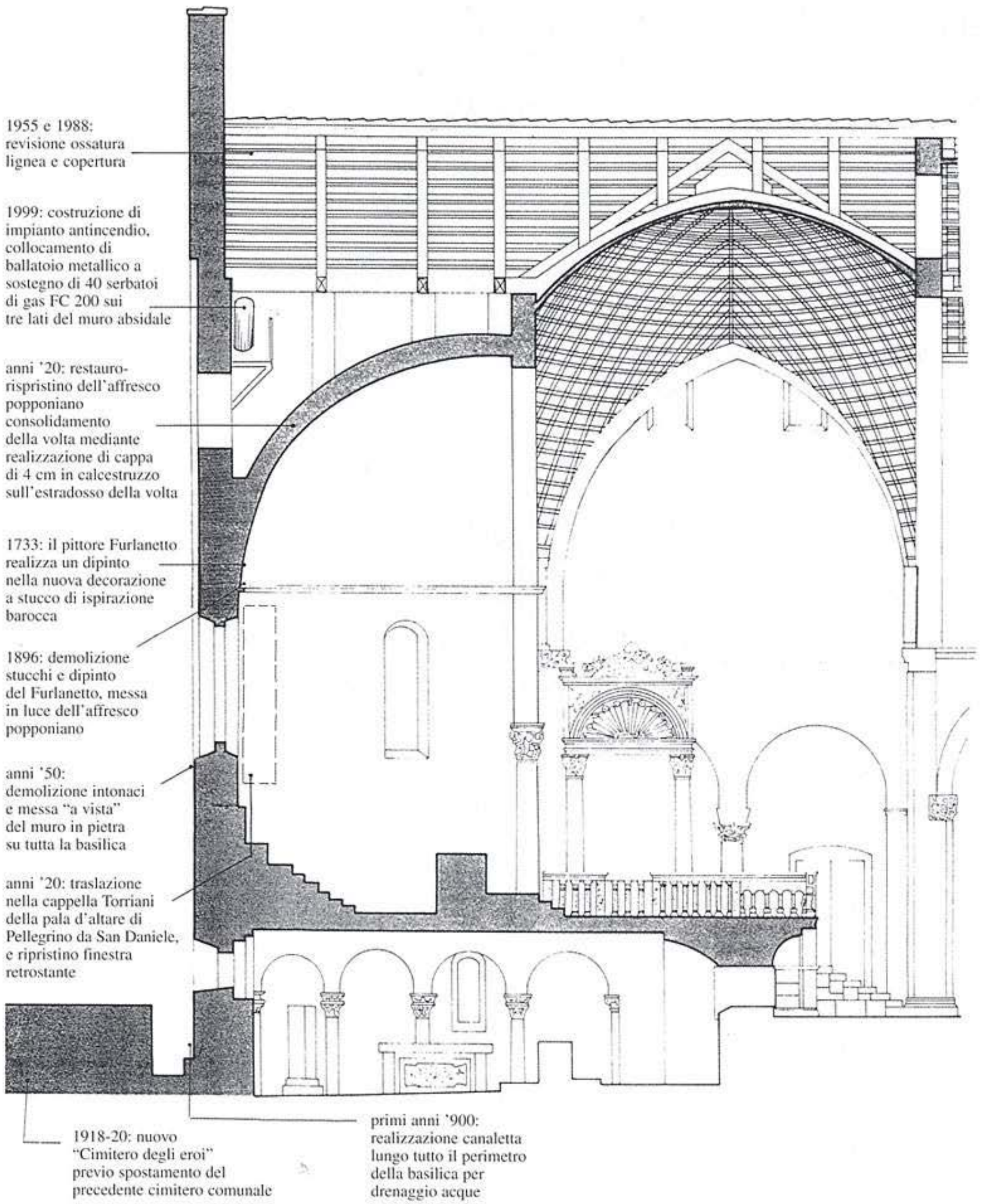


2. Abside della basilica: sono stati sistemati lungo il perimetro absidale, tra il sottotetto e la volta, serbatoi di gas antincendio appoggiati su una struttura metallica a ballatoio.

re un maggior grado di sicurezza. Tali indagini sono consistite in analisi storica (fonti d'archivio e bibliografiche), rilievo morfologico e rilevamento storico critico diagnostica *in situ* ed in laboratorio, monitoraggio strutturale e microclimatico, apporti di altre discipline (archeologia, georadar, eccetera).

Il tutto potrebbe confluire nello studio del comportamento strutturale con il fine di mantenere possibilmente gli stati di equilibrio esistenti[6], pur apportando lievi miglioramenti alla struttura muraria.

Ma la vastità del complesso basilicale è tale che altre parti necessitano indagini e interventi: la parte absidale, ad esempio, per la vetustà e l'insolita dimensione del catino, per



3. Sezione dell'abside: sono evidenziate le principali trasformazioni edilizie negli ultimi due secoli.

il suo sistema statico, per il notevole valore degli affreschi, necessita sicuramente di azioni conoscitive preliminari.

Con questo cantiere-scuola il *Centro Regionale di Catalogazione e Restauro di Villa Manin di Passariano* ha dato un prezioso contributo alla conoscenza su questa parte di Basilica e ciò dovrà essere uno sprone alla continuazione di ulteriori indagini, per un approfondimento dei problemi e per il controllo della sicurezza.

Infatti si dovranno individuare, oltre alle patologie presenti sul dipinto, anche gli eventuali dissesti della millenaria struttura voltata, formulare il quadro delle problematiche su dati certi.

La prima operazione dovrebbe *riconoscere lo schema statico di funzionamento del sistema muro-volta-tetto*, non sempre percepibile immediatamente per le successive aggiunte quali la discutibile cappa di 4 cm di calcestruzzo posata negli anni '20-'30 (fig. 1), il recente ballatoio metallico tra la volta e il sottotetto (fig. 2) per l'appoggio dei 40 serbatoi di gas antincendio[7]. Poiché tutte le manomissioni possono indurre sensibili mutamenti dei processi funzionali si dovrebbe ricostruire spazialmente e geometricamente il sistema voltato con saggi per l'individuazione dei materiali, degli spessori, degli incatenamenti, eccetera[8].

Successivamente, si dovrebbero approfondire le *caratteristiche fisiche e meccaniche del sistema* nel suo insieme e nei singoli componenti (compattezza e qualità del muro, del corpo della volta, auscultazioni soniche, prove con martinetti piatti, eccetera).

Si passerebbe poi allo *studio del degrado e dei dissesti*, riferito alla funzionalità dell'insieme, ma anche dei singoli materiali attraverso analisi di laboratorio (chimiche, fisiche, meccaniche). Nella pagina accanto sono evidenziate sinteticamente le trasformazioni edilizie relative alla parte absidale avvenuta negli ultimi due secoli.

A completamento del quadro diagnostico, gli apporti di altre discipline quali ricerche d'archivio e bibliografiche fornirebbero l'analisi storica e critica sulla formazione e trasformazioni del manufatto in questi ultimi secoli.

Quanto sopra dovrebbe confluire nella *individuazione del comportamento strutturale* che sarebbe un primo indicatore qualitativo della salute del sistema muro-volta-tetto. La eventuale presenza di patologie renderebbe necessaria l'elaborazione di un progetto che individui i parametri relativi al grado di affidabilità, eviti turbamenti statici e ottimizzi l'eventuale programma dei lavori.

NOTE

1. MINISTERO PER LA PUBBLICA ISTRUZIONE, *Carta del Restauro 1972. Istruzioni per la condotta dei restauri architettonici, istruzioni per l'esecuzione dei restauri pittorici e scultorei.*
2. MINISTERO PER I BENI CULTURALI E AMBIENTALI, *Raccamandazioni relative agli interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zona sismica (1986). Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di miglioramento antisismico e manutenzione nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica (1991).*
3. La basilica di Aquileia ha subito i danni dai terremoti del 1301, 1348, 1676 (dissesti al campanile), Pasqua 1998 (caduta calcinacci sulla carena lignea), ma non ricade in zona sismica.
4. Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Punto C2 delle Istruzioni generali per la redazione di progetti di restauro... in zona sismica del 1997: *"la finalità del progetto preliminare consiste nell'impostare ed elaborare un modello scientifico di conoscenza e di raccogliere su questa base i dati specifici con il contributo di diversi settori disciplinari".*
5. M. JAMILKOWSKI, P. e L. BERTACCHI, *Cedimenti di fondazione del campanile di Aquileia documentati dalla deformata del mosaico,* Associazione Geotecnica Italiana, XIV Convegno Nazionale di Geotecnica, Firenze 1980.
6. B. MICALI, *Le indagini diagnostiche alla torre campanaria di Aquileia: i lavori della Soprintendenza del Friuli-Venezia Giulia dal 1990 al 1995,* in *Poppone*, Roma, 1997.
7. È stato realizzato nel 1999, dalla Soprintendenza, un imponente impianto antincendio in occasione dei finanziamenti per il Giubileo ex L. 270/97.
8. In proposito sono stati effettuati recentemente dalla Soprintendenza alcuni saggi sull'estradosso della volta absidale che hanno messo in evidenza una tecnica costruttiva costituita da laterizi romani evidentemente riutilizzati, posati di piatto.

RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DELL'ABSIDE CENTRALE DELLA BASILICA DI AQUILEIA MEDIANTE TECNICHE DI FOTOGRAMMETRIA DIGITALE

FABIO CROSILLA e DOMENICO VISINTINI

L'articolo illustra le diverse fasi e i risultati salienti del rilievo fotogrammetrico e della rappresentazione digitale della superficie affrescata, risalente all'XI secolo, dell'abside centrale della basilica di Aquileia.

Le fasi principali, per ciascuna delle quali si fornisce ampia descrizione, consistono nell'acquisizione di immagini fotogrammetriche dell'affresco, nel rilievo topografico di un insieme di punti visibili sulle immagini, nelle procedure di orientamento delle immagini mediante un sistema fotogrammetrico digitale e, infine, nella restituzione grafica digitale con produzione degli elaborati finali.

Tutti gli elaborati sono stati realizzati in formato numerico, di cui il disegno grafico rappresenta uno dei possibili prodotti fruibili.

Dai risultati si può affermare che questo rilievo è caratterizzato da un'elevata precisione, da una straordinaria completezza tematica, da un notevole grado di dettaglio e da un'assoluta oggettività descrittiva.

Premessa

Nel mese di dicembre del 1998, venne stipulata una convenzione fra il Centro Regionale di Catalogazione e Restauro dei beni culturali del Friuli-Venezia Giulia (sede Villa Manin di Passariano) e il Dipartimento di Georisorse e Territorio dell'Università di Udine, nell'ambito del *Progetto di restauro degli affreschi absidali nella basilica di Aquileia.*

L'incarico affidato al Dipartimento, a cui afferisce la cattedra di Fotogrammetria della Facoltà di Ingegneria, prevedeva:

- la direzione dei lavori di presa fotogrammetrica con camera semi-metrica e non metrica;
- l'esecuzione delle misure con strumenti topografici;
- la compensazione rigorosa delle misure topografiche e il calcolo delle coordinate dei punti di appoggio;
- le elaborazioni fotogrammetriche di orientamento delle immagini semi-metriche in ambiente digitale;
- le elaborazioni di ortofotoproiezione delle immagini non

metriche, quali restituzioni in forma raster della superficie affrescata del catino absidale alla scala 1:50.

Ulteriormente a quanto previsto, sono state eseguite le seguenti operazioni:

- l'acquisizione di prese con camera digitale;
- la scansione delle immagini fotografiche e miglioramento radiometrico delle stesse;
- il calcolo della forma geometrica del catino absidale.

Quest'articolo illustra tutte le operazioni eseguite, nell'ordine di svolgimento, premettendo una breve introduzione al rilievo fotogrammetrico dei beni artistico-architettonici.

Introduzione

Le tecniche di fotogrammetria architettonica si basano su opportune elaborazioni di immagini fotografiche al fine di realizzare il *rilievo* di un edificio e/o dei suoi singoli elementi architettonici che sono oggetto di analisi storico-artistiche e/o di intervento conservativo, strutturale, tecnologico, ecc. Il contributo della fotogrammetria consiste quindi nella descrizione, il più possibile precisa, dettagliata e completa, delle caratteristiche geometriche e dello stato di fatto dell'edificio.

In estrema sintesi, attraverso un rilievo fotogrammetrico è possibile determinare le *coordinate tridimensionali* (3D) dei "punti notevoli" dell'oggetto fotografato (p.e. i quattro vertici di una finestra) a partire dalle *coordinate immagine bidimensionali* (2D) degli stessi punti misurate su fotografie acquisite da almeno due diversi punti di vista.

Il risultato finale è dato dalla *restituzione numerica vettoriale tridimensionale* di entità grafiche definite da tali punti (p.e. un rettangolo con vertici nei quattro punti corrispondenti).

Da questo risultato si ottiene immediatamente un "disegno su carta" in una data scala, ovvero il tradizionale elaborato di rilievo, opportunamente integrato da altre informazioni alfanumeriche (p.e. la quotatura automatica della finestra).

Le diverse fasi che costituiscono un rilievo fotogrammetrico possono essere raggruppate in due insiemi principali:

- Operazioni sull'oggetto da rilevare (acquisizione di immagini fotografiche e di misure topografiche);
- Elaborazioni numeriche in laboratorio (variabili secondo la particolare tipologia di rilievo e dell'oggetto).

Tutte le fasi vengono ora illustrate in base al seguente schema:

1. *Breve introduzione di carattere generale con rimando bibliografico a precedenti pubblicazioni degli autori*;
2. Descrizione delle caratteristiche salienti relative al rilievo dell'abside centrale della basilica di Aquileia.

1-2. Coppia di immagini costituente il *modello stereoscopico* 9 (immagini 9S e 9D) riprodotte in vera grandezza (formato reale 56x56 mm, nominale 60x60 mm) (elab. Autore).

Acquisizione di immagini fotografiche semi-metriche

Le fotocamere maggiormente utilizzate oggigiorno per un rilievo fotogrammetrico architettonico sono le cosiddette "camere semi-metriche", realizzate per usi fotogrammetrici terrestri e di costo contenuto entro qualche decina di milioni, meno costose delle sofisticatissime camere metriche terrestri del valore di un centinaio di milioni.

In generale, l'acquisizione delle immagini non presenta particolari difficoltà operative; è sufficiente mantenere il piano ottico-fotografico il più possibile parallelo alla superficie da rilevare, affinché la stessa non sia raffigurata con un'eccessiva variazione differenziale di scala. In questo modo, si minimizza l'occlusione visiva di eventuali parti sporgenti rispetto all'oggetto da rilevare.

La configurazione fotogrammetrica tradizionale prevede che ogni elemento architettonico da rilevare sia raffigurato su una coppia di immagini acquisite frontalmente da due diversi punti di vista e tali da garantire una sovrapposizione fra le immagini di almeno il 60% (condizione di stereoscopia). Tutto ciò al fine di poter ricostruire, attraverso il sistema ottico di un restitutore analitico o digitale, il modello tridimensionale della zona comune alle due immagini.

(Crosilla, 1992)

Per eseguire il rilievo in oggetto, la superficie absidale è stata suddivisa in 10 zone, fra loro parzialmente sovrapposte. Ogni zona risulta raffigurata in (almeno) una coppia stereo-

scopica di immagini, aventi una sovrapposizione media del 70% e acquisite con la camera *semi-metrica* Rolleimetric 6006 (formato 6x6 cm, focale 40 mm) del Centro Regionale di Catalogazione e Restauro dei beni culturali del Friuli-Venezia Giulia (CRCR del FVG).

La localizzazione delle zone/modello è la seguente:

1. Parte bassa semi-cilindrica (dal pavimento all'epigrafe più alta) ripresa da terra:
   - modello 1 (immagini 1S (sinistra) e 1D (destra)): quarto N/NE (Nord/Nord-Est);
   - modello 2 (immagini 2S e 2D, figg. 1-2): quarto NE/E;
   - modello 3 (immagini 3S e 3D): quarto E/SE;
   - modello 4 (immagini 4S e 4D): quarto SE/S.
2. Parte media semi-cilindrica (dall'epigrafe al cordolo di inizio della cupola) ripresa dal trabatello:
   - modello 5 (immagini 5S e 5D): quarto N/NE;
   - modello 6 (immagini 6S e 6D): quarto NE/E;
   - modello 7 (immagini 7S e 7D): quarto E/SE;
   - modello 8 (immagini 8S e 8D): quarto SE/S.
3. Parte alta "quarto-ellissoidica" (cupola) ripresa da terra:
   - modello 9 (immagini 9S e 9D): metà Nord;
   - modello 10 (immagini 10S e 10D): metà Sud.

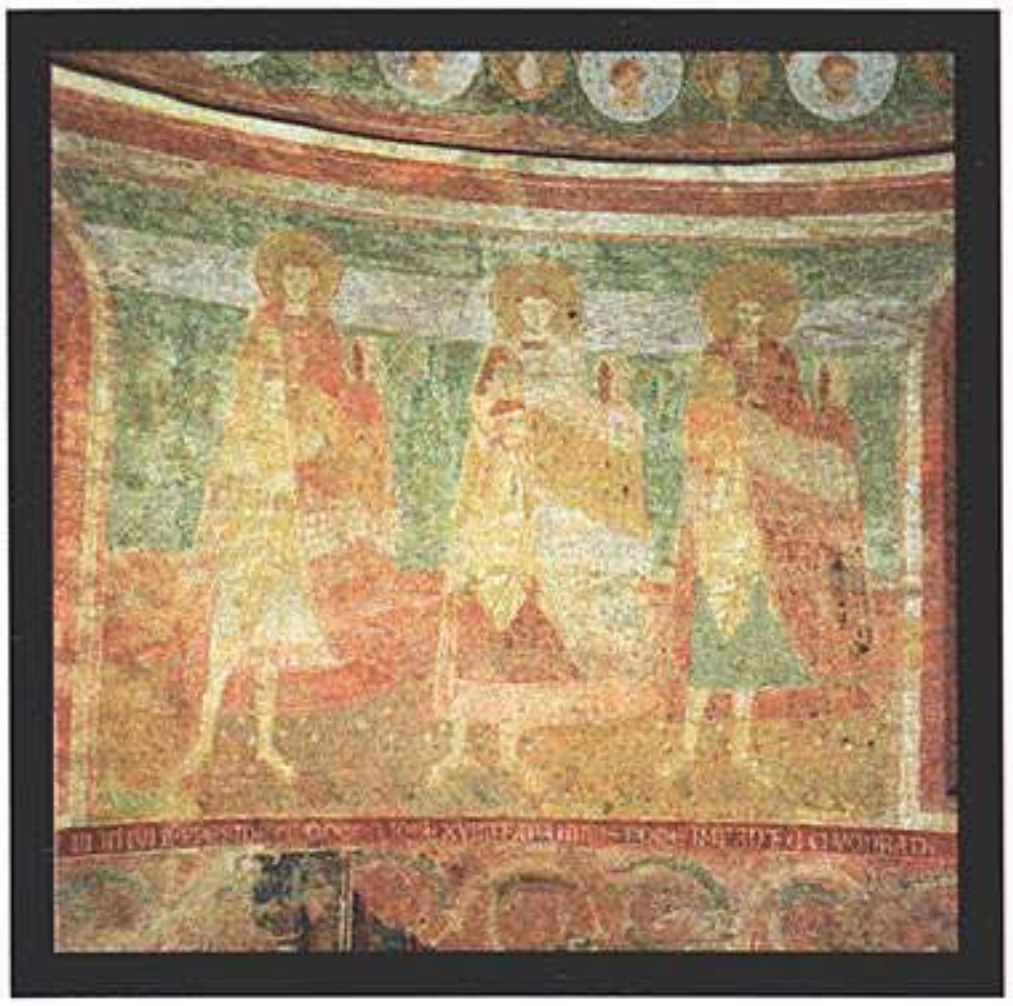
Le immagini sono state acquisite su pellicola diapositiva a colori, ripetendo ogni presa tre volte con esposizione –1, 0, +1 rispetto al valore fissato dall'esposimetro.

Su tali immagini è impresso un *reseau* di 121 croci di coordinate note con precisione micrometrica che permette le successive operazioni di *orientamento interno* e di *correzione della distorsione dell'obiettivo*.

Vanno infine citate le notevoli difficoltà operative incontrate per il soddisfacimento della condizione geometrica di stereoscopia, dovute all'ingombro dell'altare centrale e della relativa gradinata, che hanno impedito il corretto uso del trabatello per le riprese fotografiche della parte mediana.

Acquisizione di immagini fotografiche non metriche

In questi ultimi anni, si assiste in misura sempre maggiore all'impiego di camere qualsiasi (amatoriali o non metriche) per scopi fotogrammetrici; è sufficiente che queste permettano di acquisire immagini di adeguata qualità otticogeometrica (p.e. con camere reflex o camere formato professionale 6x6 cm). Il rilievo con camera semi-metrica è ovviamente più preciso, tuttavia anche con camere non metriche si



3-4. Immagini Hasselblad *non metriche* (immagini M2 e M3) riprodotte in vera grandezza (elab. Autore).

ottengono precisioni più che soddisfacenti per il rilievo architettonico.

Un'ulteriore e interessante opportunità è data oggigiorno dall'impiego delle camere digitali (CCD) di basso costo, classificabili anch'esse fra le camere non metriche.

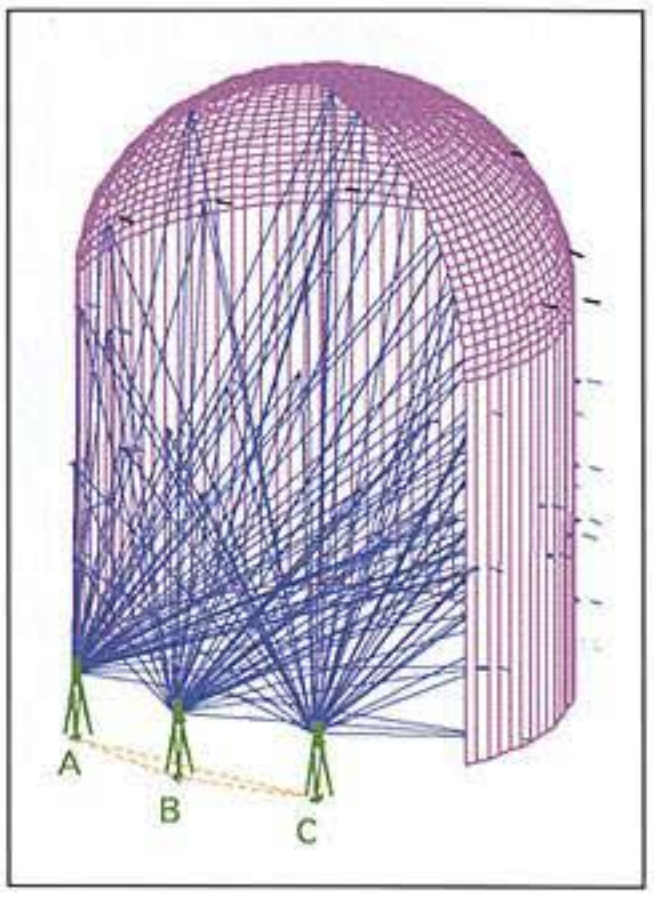
Il grande vantaggio delle CCD consiste nella produzione diretta di immagini digitali (file raster), eliminando così la fase di scansione delle stampe che richiede una strumentazione di costo notevole per ottenere precisioni adeguate.

(Visintini, 1993)

Per la documentazione e catalogazione particolareggiata dell'intera superficie affrescata è stato acquisito un numero elevato di immagini non metriche, su pellicola diapositiva a colori utilizzando la camera Hasselblad (formato 6x6 cm multi-focale) del CRCR del FVG. Si è fatto uso di obiettivi di diversa focale con notevole variabilità dell'angolo di presa, della distanza dalla superficie e delle condizioni di illuminazione.

Fra tutte le immagini acquisite, sono state scelte quelle più idonee al successivo impiego fotogrammetrico.

1. Parte bassa ripresa da terra:
   immagini B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 (adiacenti tra loro e a partire dalla colonna di estremità situata a nord);
2. Parte media ripresa dal trabatello:
   immagini M1, M2 (fig. 3), M3 (fig. 3), M4 (come sopra);
3. Parte alta ripresa da terra:
   immagini A1, A2, A3 (adiacenti da nord).



5. Schema prospettico della misura di 43 punti dell'abside mediante *intersezione angolare in avanti* dai punti laterali A e C e *misure di distanza* da un punto centrale B (elab. Autore).

Acquisizione delle misure topografiche

Il procedimento fotogrammetrico richiede la disponibilità di alcuni punti, detti "di appoggio", visibili sulle immagini e dei quali si conoscano le coordinate in un sistema di riferimento esterno. Tali punti creano un "vincolo geometrico" per le operazioni fotogrammetriche di orientamento assoluto delle immagini.

Le coordinate dei punti di appoggio sono calcolate a partire da misure topografiche, condotte secondo metodologie che dipendono dalla geometria dell'oggetto.

I criteri generali per la scelta dei punti sono i seguenti:

- *buona riconoscibilità e univocità sulle immagini;*
- *buona collimabilità con gli strumenti topografici;*
- *distribuzione omogenea sull'oggetto e sui singoli modelli stereoscopici;*
- *preferibile dislocazione nelle zone di sovrapposizione fra più modelli, così da ridurne la numerosità.*
  (Visintini, 1998)

Sulla base delle immagini acquisite e delle caratteristiche generali del rilievo, si è proceduto all'individuazione di 43 punti di appoggio, tenendo conto dell'occlusione causata dalla presenza dell'altare.

Non potendo ovviamente posizionare alcun segnale adesivo sulla superficie affrescata, si sono scelti, quali punti di appoggio, i vertici delle finestre e di altri oggetti, i vertici delle lettere delle epigrafi, gli angoli delle decorazioni geometriche, i punti caratteristici delle figure, ecc.

Gli stessi sono stati rilevati per *intersezione angolare in avanti e misura della distanza*, cioè *facendo stazione* nelle posizioni A e C e collimando ogni punto di appoggio, materializzato dal puntamento *laser* (di colore rosso) del *distanziometro* posto nella posizione centrale B (vedi fig. 5).

Per ogni punto sono state così acquisite le seguenti misure:

- angolo orizzontale *diritto* e *rovescio*, angolo verticale *diritto* e *rovescio* con la *stazione totale* Leica Kern TK-2002 posta in A (per un totale di 172 misure);
- gli stessi angoli con la *stazione totale* Topcon GTS-303 posta in C (172 misure);
- distanza col *distanziometro laser* (senza prisma riflettente) Leica Disto posto in B (43 misure).

In definitiva sono state eseguite ben 387 osservazioni per determinare la posizione di 43 punti con la miglior precisione consentita.

Contemporaneamente a ciascuna misura di distanza, è stata ulteriormente acquisita un'immagine con la *camera digitale* Kodak DC260 montata in asse al distanziometro, permettendo così una dettagliata *monografia* di ogni punto di appoggio.

Scansione delle immagini fotografiche

Attraverso il processo di scansione digitale si esegue la discretizzazione di un'immagine analogica "quasi continua" in singole celle (pixel), ognuna delle quali è caratterizzata univocamente da un valore di posizione (i,j) *e dal corrispondente valore di grigio o colore* ($g_{i,j}$).

In questo modo, anche le immagini acquisite su diapositiva, destinate alle elaborazioni fotogrammetriche mediante restitutori analitici, possono essere digitalizzate e quindi utilizzabili dai moderni restitutori digitali.

Lo svantaggio della scansione è dato dalla perdita di definizione dell'oggetto fotografato che, a sua volta, può pregiudicare l'esaustività e la qualità finale del rilievo. Tale effetto negativo si riduce all'aumentare della scala media dell'immagine e della risoluzione di scansione, espressa in dpi (dots per inch, numero di pixel contenuti in un pollice (2,54 cm) della foto).

(Crosilla e Visintini, 1994)

La prima operazione condotta in laboratorio è stata la scansione ad alta risoluzione (a 1.690 dpi), con uno *scanner* di elevate prestazioni fotografiche, delle 34 diapositive scelte (20 semi-metriche e 14 non metriche). Sono state così create 34 *immagini digitali* (*file raster*) a 16 milioni di colori in formato TIFF (*Tagged Image File Format*, estensione .TIF). La tabella 1 riporta alcuni valori medi delle scansioni.

Tabella 1. Caratteristiche medie delle immagini digitalizzate.

immagini	colonne [pixel]	righe [pixel]	dimensione [byte]	base [mm]	altezza [mm]
semi-metriche	4.108	4.182	51.607.656	62	63
non metriche	3.568	3.568	38.226.720	54	54

Si accenna solamente alle successive elaborazioni digitali (equalizzazione dei valori di grigio, aumento del contrasto, correzioni radiometriche, ecc.) eseguite per migliorare ulteriormente la qualità radiometrica delle scansioni.

Elaborazione delle misure topografiche

Per ottenere valori soddisfacenti di precisione e di affidabilità del rilievo fotogrammetrico è necessario applicare una procedura rigorosa di compensazione delle misure topografiche acquisite. È evidente che se i punti di appoggio risultano avere coordinate poco affidabili, le elaborazioni fotogrammetriche che "si appoggiano" a tali punti saranno, a loro volta, caratterizzate da scarsa affidabilità.

Gli algoritmi utilizzati per la compensazione si riferiscono alla "teoria degli errori" e sfruttano, in particolare, il principio dei "minimi quadrati" che deriva da un modello di distribuzione degli errori di misura di tipo normale (gaussiano), largamente applicato nelle scienze geodetiche, topografiche e fotogrammetriche.

Dal processo di calcolo, è possibile evidenziare le varie tipologie di errore presenti in una misura (accidentali, grossolani, sistematici), eliminare l'influenza degli errori grossolani e sistematici, garantendo così affidabilità statistica ai risultati.

Una prima informazione sulla precisione ottenuta si può avere dal confronto delle coordinate di coppie di punti di posizione relativa nota: p.e. i vertici di una finestra hanno la stessa quota o la stessa posizione planimetrica (a meno di pochi mm).

Una valutazione statistica più approfondita si ha dall'analisi di una serie di parametri calcolati nella compensazione. La precisione del rilievo topografico è tanto maggiore quanto sono minori i valori dei seguenti parametri.

Residuo della misura:
Stima dell'errore di ogni misura eseguita.

Residuo standardizzato della misura:
Parametro adimensionale ottenuto dividendo il residuo per il suo scarto quadratico medio. Se questo assume un valore esterno all'intervallo -2,33÷2,33, la misura è affetta da un errore grossolano con il 99% di probabilità.

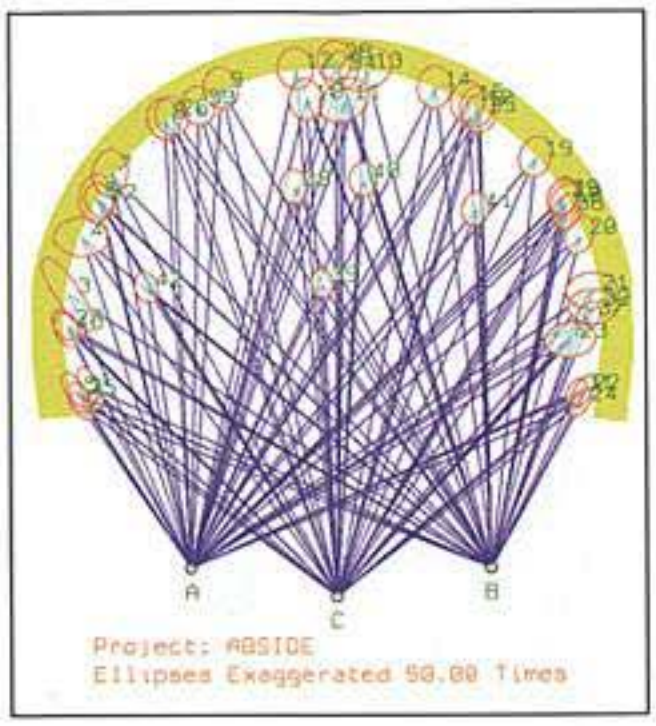
Scarti quadratici medi delle coordinate
Indice di precisione della stima delle coordinate dei punti di appoggio per le tre componenti X, Y e Z.

Ellissoide d'errore dei punti
Volume caratterizzato da una certa probabilità (p.e. il 95%) che la posizione vera del punto considerato si trovi effettivamente al suo interno.
(Crosilla, 1979)

Nel rilievo in oggetto, è stato assunto un sistema ortogonale di riferimento assoluto XYZ così definito:

- origine: nel punto A (pavimento absidale);
- asse X: orizzontale, parallelo all'arco frontale, verso Sud;
- asse Y: orizzontale, ortogonale ad X, verso l'abside;
- asse Z: verticale, diretto verso l'alto.

Si sono quindi calcolate le coordinate 3D dei punti di stazione A, B e C riferite a detto sistema XYZ. Successivamente, mediante il software Starplus STAR*NET, si sono stimate le coordinate compensate 3D dei punti di appoggio a partire dalle misure acquisite.



6. Schema planimetrico dei 3 punti di stazione, dei 43 punti di appoggio, delle 387 misure topografiche e delle 43 *ellissi di errore* (ingrandite 50 volte) (elab. Autore).

Il valore medio dei residui ottenuti per gli angoli orizzontali è di 145 secondi centesimali: si tratta di un valore non trascurabile, che va però valutato considerando le brevi distanze "strumento-punto abside" (in media pari a 10,8 m). A tali distanze, l'errore massimo di posizionamento planimetrico è pari a circa 2 mm. Si tratta di un valore soddisfacente, vista la bassa definizione geometrica dei punti non pre-segnalizzati sull'affresco. Le stesse considerazioni valgono anche per gli angoli verticali che hanno residui medi di 65 secondi centesimali.

Su 387 misure, solo il 18% presenta un valore assoluto dei residui standardizzati maggiore di 2,0. Nessuna misura ha un residuo standardizzato in valore assoluto maggiore o uguale a 2,33, che corrisponde alla probabilità del 99% che la misura sia affetta da un errore grossolano.

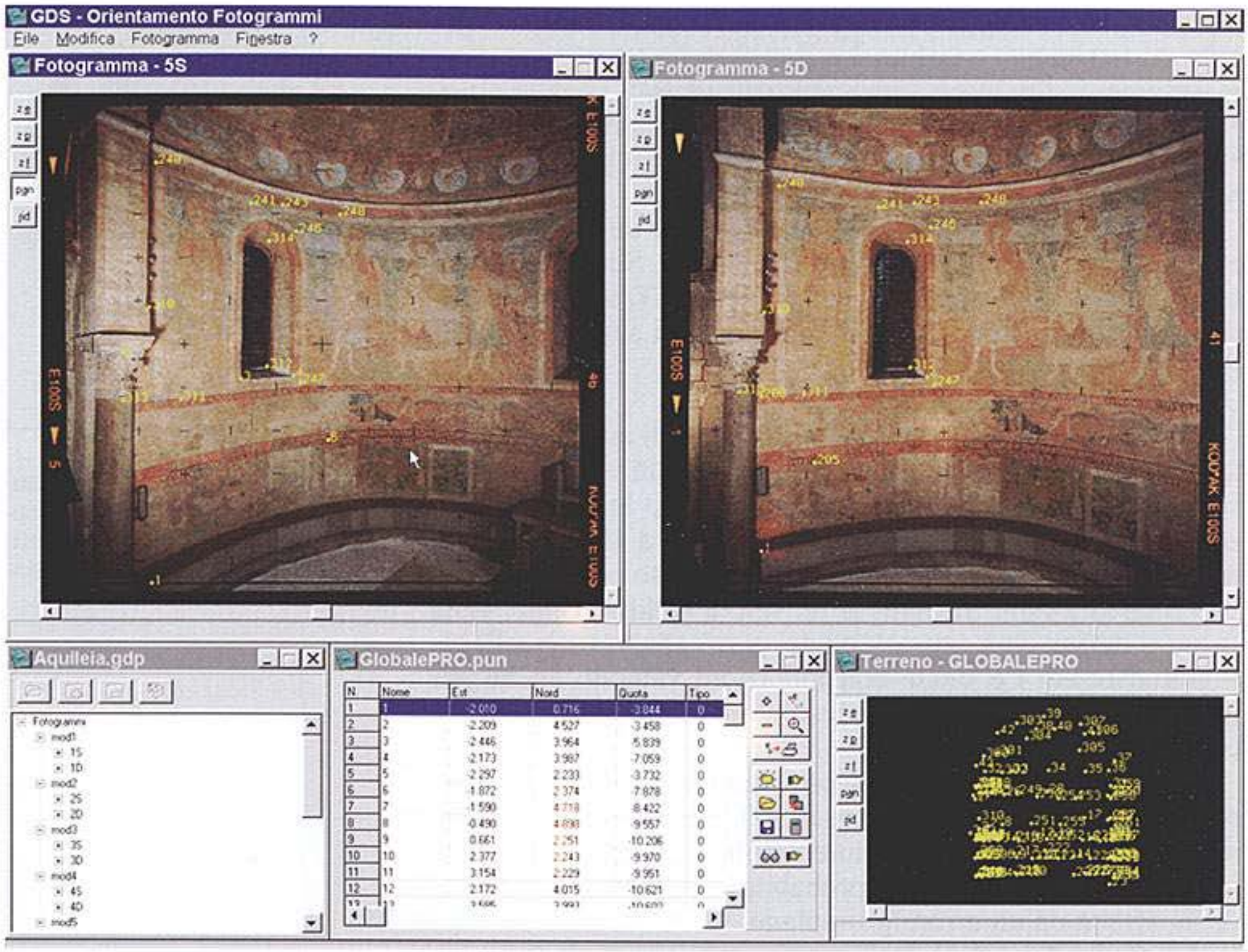
La media dei valori degli scarti quadratici medi delle coordinate dei punti risultano pari a 2,7 mm nella direzione X, a 3,2 mm nella direzione Y (la più difficile da stimare per intersezione in avanti) e a 2,4 mm nella direzione Z. Si tratta di valori molto soddisfacenti.

Infine i valori ottenuti per gli ellissoidi d'errore sono anch'essi molto ridotti: il loro semiasse maggiore è mediamente pari a 8,5 mm (vedi fig. 6).

Riassumendo, si può affermare che il rilievo topografico è caratterizzato da una precisione sub-centimetrica che risulta adeguata per le successive applicazioni fotogrammetriche.

Elaborazioni fotogrammetriche digitali

Il restitutore fotogrammetrico digitale utilizzato presenta radicali differenze tecnologiche rispetto ai classici restitutori analitici.



7. Schermata del *software fotogrammetrico digitale* Geosoft GDS (con la coppia di immagini relative al *modello stereoscopico* 5) (elab. Autore).

Un restitutore digitale è un "sistema hardware e software" costituito dalle seguenti componenti:

- *un personal computer con CPU, memoria RAM, memoria di massa, ecc. di elevate prestazioni,*
- *un monitor (e scheda video) di adeguate prestazioni,*
- *un sistema ottico per la visione tridimensionale,*
- *periferiche di puntamento per la stereo-collimazione,*
- *un software per la gestione di tutto il sistema (movimento delle immagini, elaborazioni numeriche, restituzione, ...).*

Un sistema digitale permette di integrare, nello stesso ambiente di lavoro, le tradizionali operazioni fotogrammetriche di orientamento e restituzione insieme a validissimi strumenti di editing cartografico.

La visione tridimensionale è ottenuta usando un paio di occhiali a polarizzazione attiva muniti di otturatori e un monitor che visualizza alternativamente le due immagini alla frequenza di almeno 60 Hz. I due otturatori a cristalli liqui-

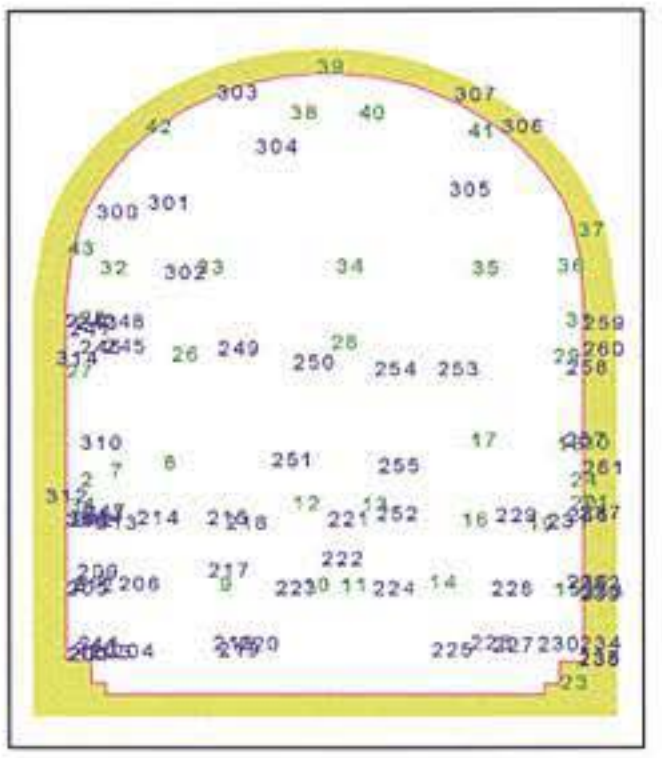
di sono sincronizzati con il monitor per mezzo di un generatore di impulsi all'infrarosso posto sopra lo schermo, garantendo così all'operatore l'effetto stereoscopico 3D.
(Crosilla e Visintini, 1998)

L'abside ha una morfologia del tutto particolare: si tratta infatti di una superficie affrescata con poche discontinuità geometrico-morfologiche (spigoli, breaklines) da rappresentare "al tratto" (restituzione vettoriale di punti, curve e aree).

L'interesse conoscitivo è invece rivolto all'intera superficie absidale, senza soluzione di continuità spaziale.

Si è optato allora per un rilievo integrale di tutta la superficie affrescata e la successiva "restituzione acritica" mediante una rappresentazione al continuo di tipo raster.

In questo modo, il compito di procedere alla "vettorializzazione" dei diversi particolari di interesse storico-artistico è lasciato agli esperti e agli studiosi del CRCR del FVG.



8. Distribuzione dei *punti di appoggio* (in verde) e dei *punti di legame* (in blu) (elab. Autore).

Le immagini fotogrammetriche acquisite sono state elaborate con il software Geosoft GDS, di cui una prima schermata è presentata in fig. 7. Le immagini sono state utilizzate per i seguenti scopi:

1. Immagini semi-metriche: *rilievo fotogrammetrico 3D di alta precisione* di un numero rilevante di punti dell'abside, mediante una particolare procedura detta di "*triangolazione aerea*". Tali punti sono stati ulteriormente utilizzati per definire la forma geometrica della superficie affrescata;
2. Immagini non metriche: *rilievo fotogrammetrico 3D di precisione* dell'intera superficie affrescata riferito ai punti di appoggio e ai punti di triangolazione calcolati in 1.
3. Immagini non metriche: serie di *ortofotoproiezioni digitali 2D* di elevata qualità fotografica (immagini prive delle croci riportate su quelle semi-metriche).

Triangolazione aerea dei modelli stereoscopici semi-metrici

Dopo aver eseguito l'*orientamento interno* dei singoli fotogrammi, i 10 modelli stereoscopici sono stati orientati con il metodo della *triangolazione aerea a stelle proiettive*.

In questo modo si sono calcolati contemporaneamente:

- i *parametri di orientamento esterno* delle 20 immagini, cioè la posizione e l'assetto di ogni punto di presa;
- le *coordinate 3D* di 71 *punti di legame*, di posizione incognita ma visibili su (almeno) due immagini. I punti di legame sono raffigurati in colore blu nella fig. 8.

Orientamento delle immagini non metriche

Nel sistema digitale GDS è implementata una procedura basata sulla *Direct Linear Transformation* (DLT, Abdel-Aziz e Karara, 1971), che permette di stimare i *parametri di orientamento interno* di un'immagine non metrica. In tal modo è possibile utilizzare immagini qualsiasi per un rilievo fotogrammetrico, con una precisione più che soddisfacente.

All'algoritmo originario sono stati apportate modifiche significative, al fine di conseguire una sufficiente precisione in condizioni sfavorevoli, anche in previsione di una riduzione della numerosità dei punti di appoggio (Visintini, 1997; Barbacetto, Facchin e Visintini, 1998).

Attraverso tali elaborazioni è stata determinata la posizione e l'assetto di presa delle 14 immagini non metriche, utilizzando le coordinate 3D dei 114 punti a disposizione (43 di appoggio e 71 di triangolazione).

Definizione della forma dell'abside

Per procedere alla realizzazione delle ortofoto digitali (descritte successivamente) è necessario conoscere la forma geometrica della superficie da rappresentare, attraverso la definizione del Modello Digitale delle Altezze (Digital Elevation Model, DEM).

Tale modello è calcolato automaticamente, mediante opportuni algoritmi di triangolazione e di interpolazione, a partire dalle coordinate 3D di un numero adeguato di punti.

Per la creazione di un DEM a cui riferire un rilievo fotogrammetrico, l'elemento critico è dato dal fatto che normalmente non si dispone di un numero sufficiente di punti noti, in quanto in un rilievo fotogrammetrico si tende a minimizzare il numero di punti topografici di appoggio. È allora necessario integrare il "DEM topografico" con un "DEM fotogrammetrico", cioè raffittire i punti noti con nuovi punti le cui coordinate vengono misurate con tecniche di fotogrammetria (per restituzione e/o triangolazione).

(Crosilla e Barbacetto, 1997)

Il rilievo ha permesso di calcolare la forma geometrica media dell'abside previa suddivisione della stessa in due parti distinte:

1. Parte medio/bassa semi-cilindrica a sezione circolare e asse verticale: superficie curva definita dall'equazione:

$$(X - A)^2 + (Y - B)^2 = R^2 \qquad [1]$$

2. Parte alta "quarto-ellissoidica", ottenuta cioè dalla rotazione di un quarto di ellisse attorno ad un asse di rotazio-

ne verticale: superficie a doppia curvatura definita dall'equazione:

$$\frac{(A - A)^2 + (Y - B)^2}{R_a^2} + \frac{(Z - C)^2}{R_b^2} = 1 \qquad [2]$$

Relativamente alla parte semi-cilindrica, per stimare i tre parametri incogniti A, B e R è stata applicata l'equazione [1], opportunamente linearizzata, a tutti i punti (di appoggio o triangolazione) effettivamente giacenti su tale superficie.

Mediante Microsoft Excel è stato risolto iterativamente ai minimi quadrati il sistema lineare così impostato, giungendo a definire così la *superficie cilindrica interpolante* di minor scostamento da tali punti. Le grandezze stimate sono:

A (ascissa del centro) = 2,840 m;
B (ordinata del centro) = 5,356 m;
R (raggio della circonferenza) = 5,329 m.

I valori dello scostamento planimetrico "punto-superficie interpolante" risultano eccezionalmente contenuti, con un valore medio di soli 3,0 cm.

Da ciò si possono trarre le seguenti considerazioni:

- la superficie abdsidale è stata realizzata, quasi mille anni fa, da maestranze di straordinaria abilità costruttiva;
- la stessa superficie è stata definita correttamente, a partire da punti rilevati mediante appoggio topografico e triangolazione fotogrammetrica.

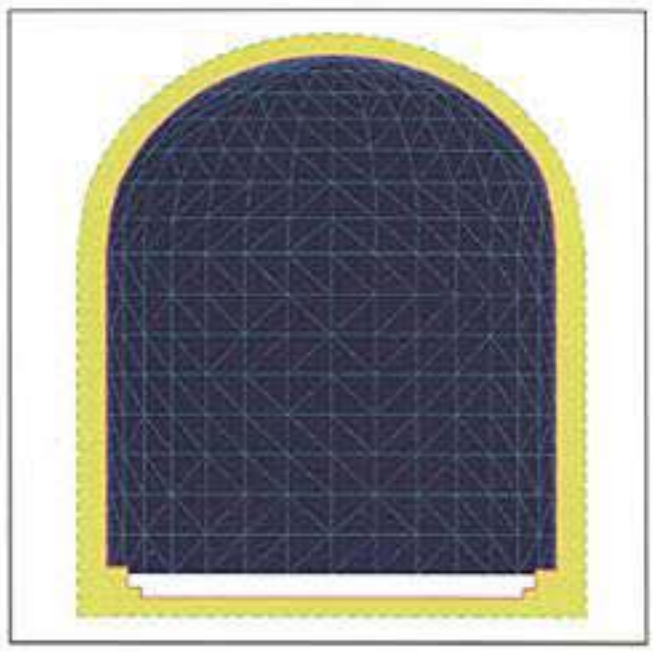
Con un procedimento analogo, ma assai più complesso dal punto di vista analitico, si sono stimati i cinque parametri del quarto di ellissoide definito dall'equazione [2]:

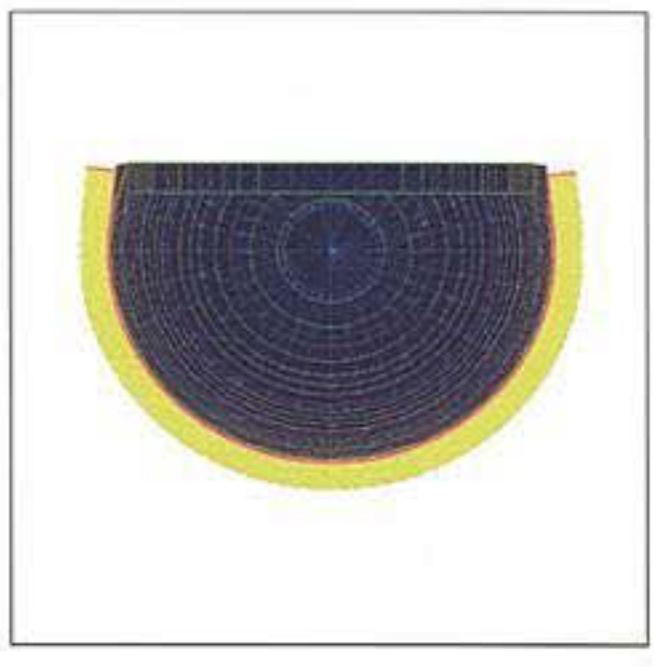
A (ascissa del centro) = 2,887 m;
B (ordinata del centro) = 5,090 m;
C (quota del centro) = 8,575 m;
R_a (semiasse massimo orizzontale) = 5,447 m;
R_b (semiasse minimo verticale) = 4,984 m.

Come si può notare, il valore calcolato per lo schiacciamento dell'ellissoide $f = (R_a - R_b)/R_a$ è pari a $0{,}085 \cong 1/11{,}7$ ed è molto elevato: la cupola risulta quindi assai "schiacciata", come si può osservare nelle sezioni riportare di seguito.

La cupola presenta tuttavia una forma in parte difforme da quella di un ellissoide: anche ad occhio nudo si notano infatti dei rigonfiamenti, confermati dal valore di circa 6 cm di scostamento medio dalla superficie interpolante.

Le superfici [1] e [2] si raccordano fra loro mediante un piccolo cordolo a sezione semicircolare posto a 8,30 m dal pavimento e terminano con un arco a tutto sesto che si pro-





9.10. Proiezione frontale e zenitale del *DEM* del catino absidale (con curve di livello ogni 20 cm) (elab. Autore).

lunga in basso, fino a poggiare su due colonne addossate alla parete absidale.

Dopo aver determinato i parametri geometrici, mediante le equazioni [1] e [2] si sono calcolate le coordinate di una griglia regolare di punti 3D così disposti:

- 153 punti sul *cilindro interpolante* con una maglia regolare di 50 cm (altezza) per 11°15' (longitudine);
- 257 punti sull'*ellissoide interpolante* con una maglia regolare di 11°15' (latitudine) per 11°15' (longitudine).

Si noti come entrambe le superfici si sviluppino in corrispondenza di un angolo al centro maggiore di 180°: tale angolo risulta pari a circa 225° e conseguentemente la forma dell'abside ha le seguenti caratteristiche:

- è leggermente "racchiusa" dalle due estremità comprese fra le colonne e le finestre laterali;
- il punto di massima altezza della cupola (apogeo a 13,56 m dal pavimento) è interno all'abside e non è posto in corrispondenza alla chiave dell'arco frontale (che risulta più basso di 0,46 m).

Mediante il software Geosoft Gcarto e a partire dai 410 punti sopra citati, si è infine calcolato in modo automatico il DEM della forma tridimensionale dell'intero catino absidale. Le figg. 9-10 riportano due prospetti del DEM, con la visualizzazione dei *triangoli elementari* generati e delle conseguenti *curve di livello*.

ORTOFOTO DIGITALI

Con il termine "ortofoto (ortofotoproiezione) digitale" si intende un'immagine raster di oggetti non approssimabili ad un piano con il contenuto metrico di una proiezione ortogonale. Si ricorda che la procedura fotogrammetrica più usata per ottenere una proiezione ortogonale in forma raster è il "raddrizzamento (fotopiano) di immagini", applicabile soltanto a oggetti piani.

L'ortofoto è un prodotto di restituzione che oggigiorno si sta sempre più diffondendo, grazie alla semplicità e velocità di realizzazione con i moderni sistemi digitali.

Dal punto di vista fotogrammetrico, può essere realizzata qualora:

- *sia noto l'orientamento assoluto delle immagini;*
- *sia disponibile il DEM della superficie da rappresentare.*

L'immagine finale è creata mediante un ricampionamento digitale delle singole immagini acquisite, applicando in modo differenziale una trasformazione omografica (proiettiva) ai singoli pixel e per ogni triangolo del DEM.

Nella produzione di ortofoto si presenta in generale il problema delle breaklines (luogo dei punti che hanno una discontinuità di quota o di pendenza sull'oggetto ma i cui punti-immagine vengono a coincidere).

In presenza di breaklines si hanno i seguenti problemi tipici:

- *occlusione di zone che dovrebbe apparire sull'ortofoto;*
- *brusche variazioni di pendenza non correttamente modellate dagli interpolatori del DEM.*

Oggigiorno le elaborazioni digitali consentono risultati sorprendenti attraverso la "fotomosaicatura" di immagini diverse. In quest'ultima procedura si applicano, oltre alle trasformazioni geometriche per ogni immagine, anche delle trasformazioni radiometriche su aree adiacenti, assicurando una miglior omogeneità e leggibilità del prodotto finale. (Crosilla, Barbacetto e Facchin, 1998)

Per quanto già detto in precedenza, l'abside centrale della basilica di Aquiliea è stata restituita attraverso una serie di ortofoto a partire dalle immagini Hasselblad non metriche.

Queste restituzioni digitali sono, dal punto di vista metrico, delle proiezioni ortogonali in scala, come indicato dalle croci di riferimento. Gli elaborati finali sono stati stampati in formato A0 con *plotter* a colori Hewlett Packard DesignJet 750C in scala 1:25.

La loro particolare natura, di tipo fotografico (*raster*) e non disegnativo (vettoriale, al tratto), permette di rappresentare con assoluta completezza e oggettività gli affreschi absidali.

Le varie ortofoto sono state realizzate con il software Geosoft Gcarto sulla base dei:

- parametri di orientamento esterno delle immagini non metriche, noti eseguendo l'orientamento DLT;
- valori numerici del DEM del catino absidale, interpolati dalle coordinate 3D dei punti di appoggio/triangolazione.

Prospetto frontale

La prima ortofoto realizzata (fig. 11) è relativa alla sezione verticale massima (prospetto) in direzione Nord-Sud passante per il centro dell'abside, in modo da rappresentare la maggior parte della superficie affrescata.

Si noti l'aumento di curvatura della superficie in prossimità della parte sezionata: le due finestre laterali, posizionate poco prima della corda massima, appaiano molto scorciate.

Questo prospetto è il risultato della mosaicatura automatica di ben 19 immagini diverse, proiettate sulla parte di superficie affrescata coperta da ciascuna di esse.

L'eccellente continuità geometrica della mosaicatura sta a rappresentare il grado di precisione di tutte le varie fasi del lavoro (orientamento esterno, interpolazione della superficie, generazione del DEM, ortofoto).

In corrispondenza delle linee di attacco delle diverse immagini, è stata applicata una particolare procedura digitale per uniformare la qualità radiometrica di ciascuna di esse, caratterizzate da notevole disomogeneità di colori.

In alcune zone non ricoperte dalle immagini Hasselblad è stato necessario utilizzare anche le immagini semi-metriche Rollei: si è proceduto allora alla "ripulitura" manuale del *reseau* ove necessario con appropriate elaborazioni digitali.

Sezione Nord e Sud

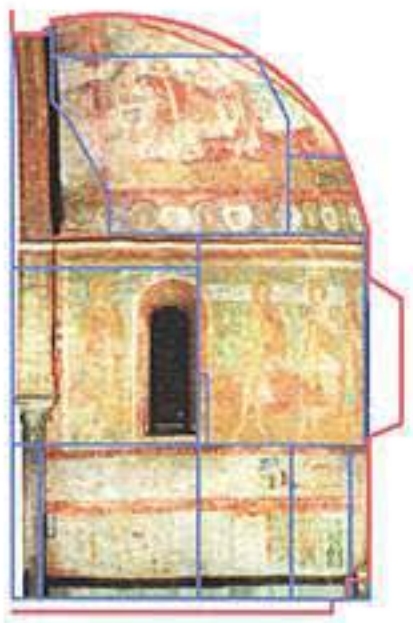
Lo stesso procedimento è stato applicato per la realizzazione delle sezioni meridiane qui riportare; il piano di sezione verticale passa ancora per il centro dell'abside, come per il prospetto precedente, ma è ora orientato in direzione Est-Ovest. Si sono quindi realizzate le due sezioni opposte Nord (fig. 12) e Sud (fig. 13), con le rispettive viste digitali che permettono un'esauriente lettura di quelle parti dell'affresco che nel prospetto erano visibili solo di scorcio (e viceversa). Attraverso tali sezioni sono state inoltre rappresentate le due zone comprese fra le finestre e le colonne, non riproducibili nel prospetto.

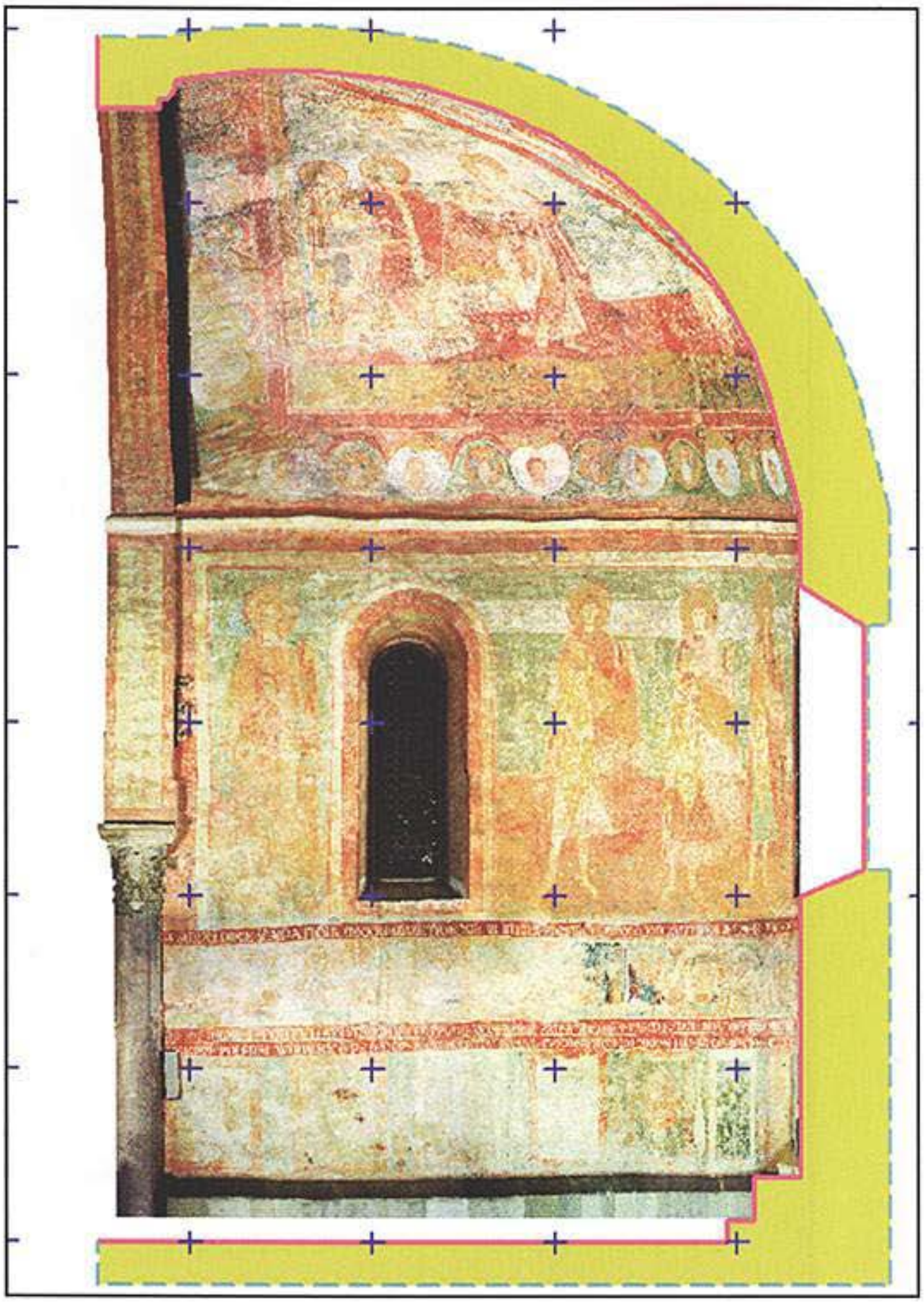
Le due sezioni sono costituite rispettivamente da 10 e 14 immagini parziali, la cui mosaicatura evidenzia l'ottima qualità radiometrica e geometrica già riscontrate per il prospetto.

Pianta Zenitale

È stata prodotta un'ulteriore ortofoto digitale, considerando, quale piano di proiezione ortogonale, un piano orizzontale posto alla base della superficie ellissoidica e visto dal basso verso l'alto (pianta zenitale, fig. 14). La sezione così ottenuta ha una forma semicircolare, allungata verso l'esterno dell'abside e la rappresentazione della cupola è il risultato della mosaicatura digitale di 7 immagini parziali.

11. *Proiezione ortogonale frontale digitale* dell'abside in scala 1:100 (croci di riferimento ogni 2 metri) e relativo quadro d'unione delle 19 immagini componenti il prospetto (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, M1, M2, M3, M4, A1, A2, A3, 5S, 6D, 7S, 8D, 10D) (elab. Autore).



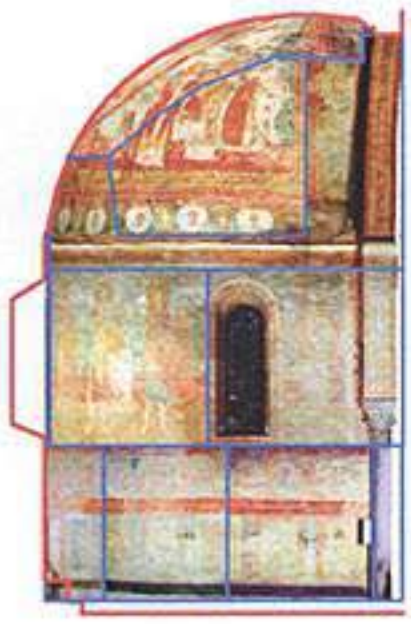


12. *Sezione verticale* con *proiezione ortogonale digitale* della parte rivolta a Nord dell'abside in scala 1:100 (croci ogni 2 metri) e relativo quadro d'unione delle 14 immagini parziali (B1, B2, B3, B4, B5, M1, M2, A1, A2, 5D, 6S, 7D, 8S, 10D) (elab. Autore).

SVILUPPO DIGITALE DELLA SUPERFICIE CILINDRICA

Si ricorda che una superficie a singola curvatura (p.e. un cilindro) è sviluppabile su un piano senza alcuna deformazione, mentre una superficie a doppia curvatura (p.e. un ellissoide) può essere sviluppata su un piano solo introducendo inevitabili deformazioni di tipo lineare, areale e angolare.

L'entità di tali deformazioni dipende dal tipo di proiezio-

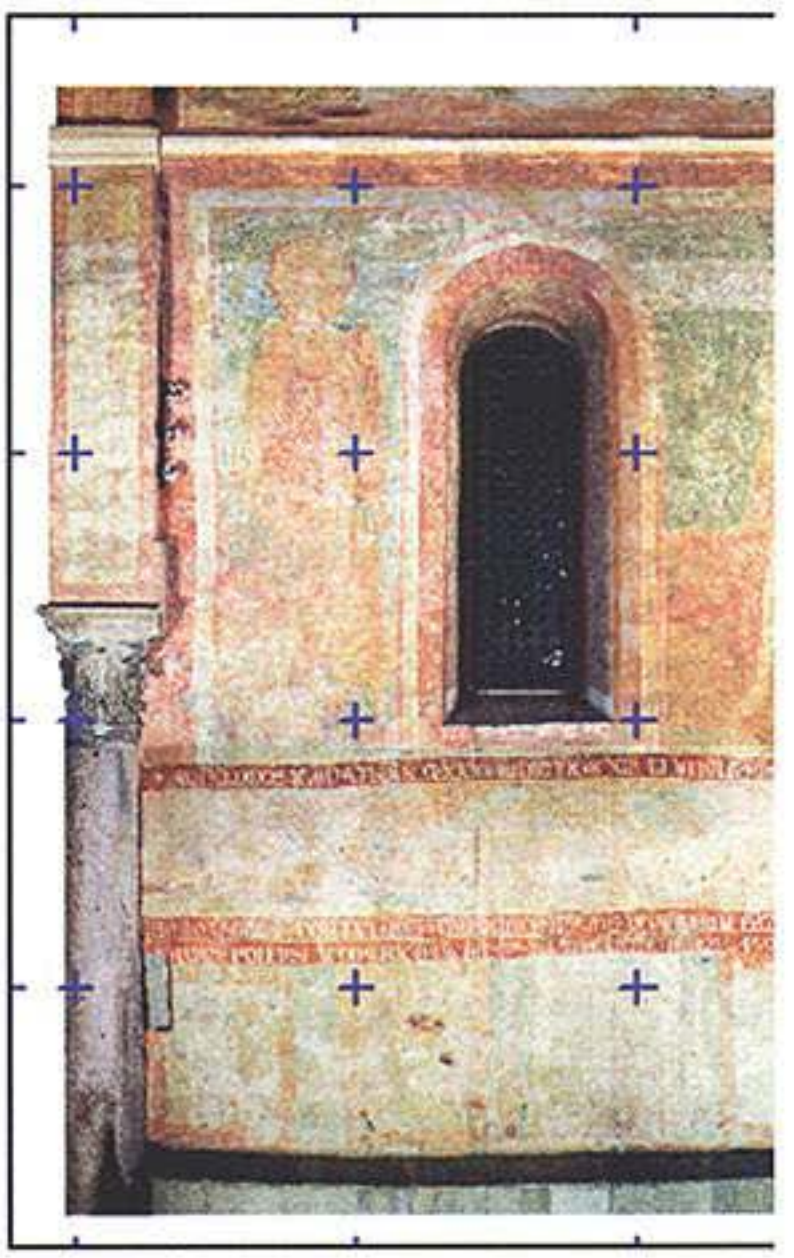


13. *Sezione verticale* con *proiezione ortogonale digitale* della parte rivolta a Sud dell'abside in scala 1:100 (croci ogni 2 metri) e relativo quadro d'unione delle 10 immagini parziali (B5, B6, B7, M3, M4, A2, A3, 4S, 7D, 10D) (elab. Autore).

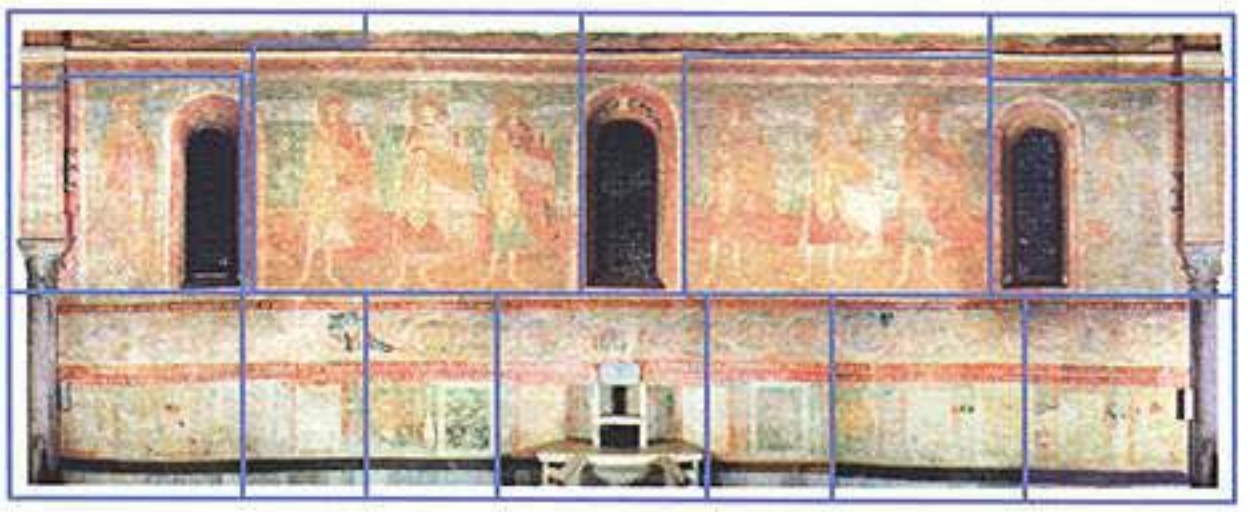
ne, dalla scala di rappresentazione, dalla curvatura dell'oggetto e soprattutto dalla quota parte di oggetto che deve essere sviluppata su un piano.

La rappresentazione piana di un'intera cupola strutturale richiede quindi un rigoroso approccio analitico che trova fondamento nella "teoria delle rappresentazioni cartografiche".

14. *Sezione orizzontale* con *proiezione ortogonale zenitale digitale* della cupola quarto-ellissoidica dell'abside in scala 1:100 (croci ogni 2 metri) e relativo quadro d'unione delle 7 immagini parziali (A1, A2, A3, 9S (2 volte), 10D (2 volte) (elab. Autore).



15. *Sviluppo digitale* su piano verticale della parte semi-cilindrica dell'abside in scala 1:100 (croci ogni 2 metri) e relativo quadro d'unione delle 14 immagini parziali (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, M1, M2, M3, M4, 5S, 7D, 8S) (elab. Autore).



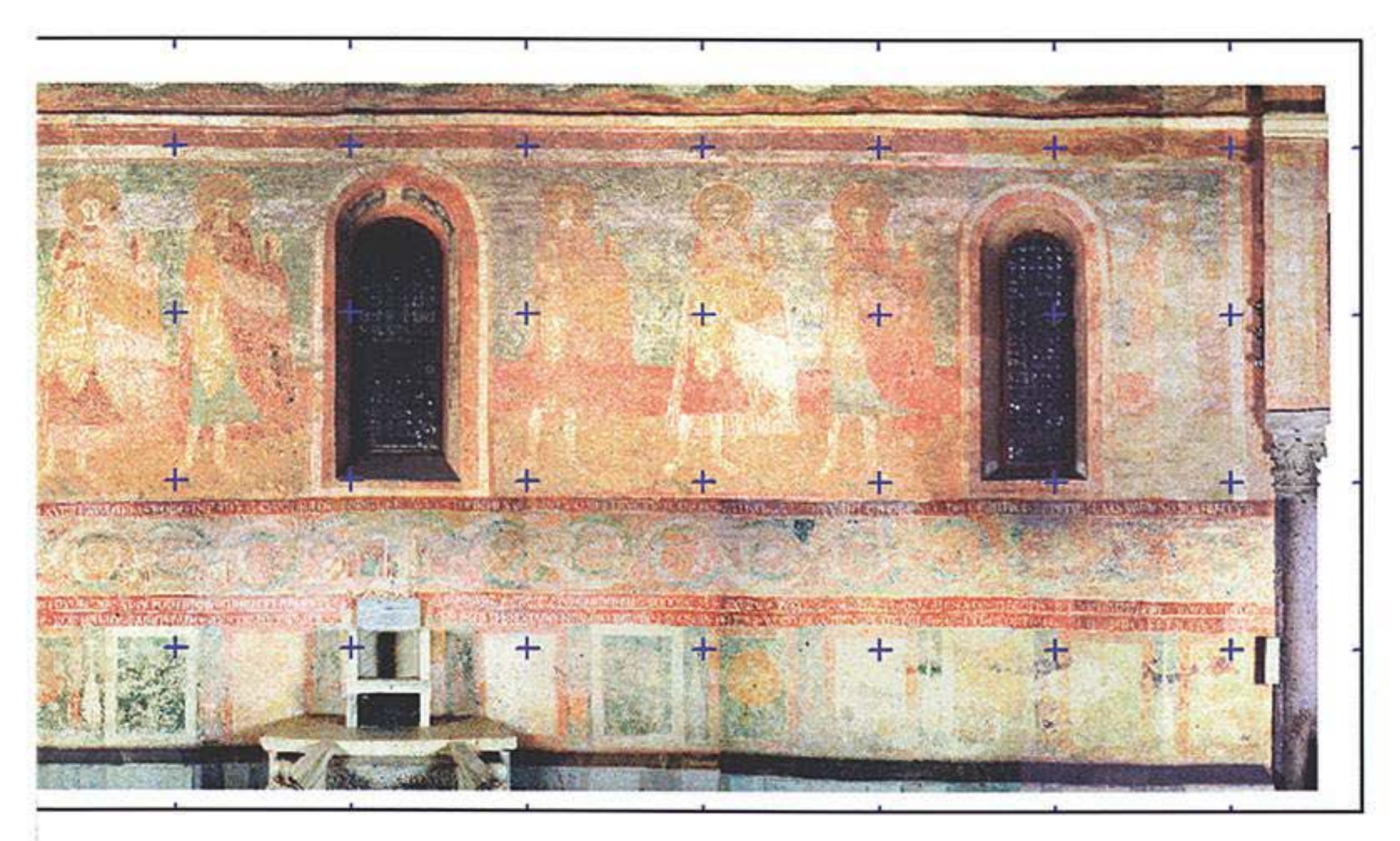
La parte semi-cilindrica dell'abside è stata rappresentata mediante "sviluppo digitale" su un piano verticale (fig. 15), applicando il software Geosoft Gcarto. Si noti che quest'immagine, ottenuta dalla fotomosaicatura automatica di ben 14 immagini digitali, rappresenta un'area affrescata di 8,42 m di altezza per 21,54 m di sviluppo longitudinale, memorizzata in un unico file TIF di 122 Mb (!), con 3.993 x 10.206 pixel^2 a 16 milioni di colori (dimensione di un pixel dell'immagine pari a 2,1 mm reali).

L'originale prodotto cartografico così ottenuto è ancora un'ortofoto digitale, con la differenza sostanziale che la proiezione non avviene sulla superficie dell'oggetto ma su uno sviluppo piano di tale superficie.

La rappresentazione è caratterizzata dalle seguenti peculiarità:

- la superficie è raffigurata "in grandezza vera" per tutte le varie parti (a differenza dei prospetti/sezioni precedenti);
- non vi è deformazione cartografica (sviluppo di un cilindro): sono mantenute inalterate le aree delle diverse figure affrescate ed inoltre sono conservate le distanze e gli angoli fra le stesse.

Costituisce quindi un dettagliato archivio informatico, che fornisce al tempo stesso informazioni sia di tipo geometrico che tematico-descrittivo.



A partire da questa immagine, è possibile strutturare un vero e proprio *database alfanumerico* per creare, successivamente, un *Sistema Informativo Architettonico* (Crosilla e Visintini, 1995) di ausilio alla catalogazione dell'affresco e al progetto di restauro dello stesso.

CONCLUSIONI

A conclusione di questa relazione si può affermare che in base ai risultati numerici ottenuti dalle elaborazioni e in base alla qualità delle restituzioni grafiche, la fotogrammetria digitale si dimostra essere una tecnica di rilevamento altamente raccomandabile per il rilievo architettonico dei beni culturali.

Le rappresentazioni digitali così ottenute sono caratterizzate da una straordinaria completezza tematica, da un notevole grado di dettaglio e dall'assoluta oggettività descrittiva.

Il loro contributo conoscitivo risulta quindi fondamentale per tutte le operazioni di catalogazione e conoscenza del bene stesso, nonché all'eventuale redazione del progetto di restauro.

Si ringraziano il prof. Claudio Marchesini e l'ing. Alberto Beinat del Dipartimento di Georisorse e Territorio dell'Università di Udine per la collaborazione fornita durante il rilievo topografico dei punti di appoggio.

NOTA BIBLIOGRAFICA

ABDEL-AZIZ Y.I., KARARA H.M., *Direct Linear Transformation from comparator coordinates into object-space coordinates in close-range photogrammetry,* Proceedings of the ASP Symposium in "Close Range Photogrammetry", Urbana, Illinois, 1971, pp. 1-18.

BARBACETTO I., FACCHIN A., VISINTINI D., *La triangolazione applicata alle prese con camere non metriche*, Atti della II Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano, 1998, vol. 2, pp. 5-10.

CROSILLA F., *Sull'applicabilità della compensazione rigorosa piano-altimetrica nei problemi d'intersezione multipla*, Bollettino SIFET, 1979, pp. 63-73.

CROSILLA F., *Appunti di fotogrammetria*, Quaderno n. 74 dell'Istituto di Urbanistica e Pianificazione, Università di Udine, 1992, 200 pp.

CROSILLA F., BARBACETTO I., *Analisi e progettazione del modello stocastico di una superficie B-Spline per rilevare discontinuità morfologiche*, Atti della I Conferenza Nazionale ASITA, Parma, 1997, pp. 311-316.

CROSILLA F., BARBACETTO I., FACCHIN A., *Using B-Spline surfaces for the chromatic attachment of digital orthophotos*, Proceedings of the ISPRS Comm. IV Symposium, Stuttgart, 1998, IAPRS Vol. XXXII, Part 4, pp. 135-142.

CROSILLA F., VISINTINI D., *Controllo di qualità del raddrizzamento digitale per il rilievo dell'architettura*, Bollettino SIFET, 1994, n. 2, pp. 129-148.

CROSILLA F., VISINTINI D., *Verso un modello unificato di verifica della qualità dei dati geometrici e tematici di un Sistema Informativo Architettonico,* Atti del I Colloquio Internazionale "La fotogrammetria per il restauro e la storia: tecniche analitiche e digitali", IRIS, Bari, 1995, pp. 74-80.

CROSILLA F., VISINTINI D., *Stato dell'Arte e prospettive della Fotogrammetria Digitale*, Atti della II Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano, 1998, vol. 1, pp. 17-32.

VISINTINI D., *Un sistema fotogrammetrico affidabile e a basso costo per il rilievo dell'architettura,* Imparando dai castelli, Dipartimento di Ingegneria civile, Università di Brescia, 1993, pp. 225-238.

VISINTINI D., *Elaborazione di foto d'archivio per il rilievo fotogrammetrico di edifici distrutti dal terremoto: l'esempio del castello di Gemona del Friuli,* Atti del convegno "La Scienza e i Terremoti: Analisi e prospettive dall'esperienza del Friuli", Udine, 1997, pp. 129-134.

VISINTINI D., *Il rilievo fotogrammetrico di una chiesa del '500*, Rassegna Tecnica del Friuli-Venezia Giulia, 1998, n. 4, pp. 22-28.

LE INDAGINI SCIENTIFICHE SUGLI AFFRESCHI DEL CATINO ABSIDALE DELLA BASILICA DI AQUILEIA

UMBERTO CASELLATO e LUIGI SOROLDONI

Introduzione

Gli interventi conservativi sulle opere d'arte offrono, tra l'altro, l'occasione per una conoscenza "scientifica" dell'opera stessa, che permette una più precisa valutazione dell'eventuale stato di degrado e di poter formulare un più corretto progetto d'intervento.

Tale studio, che si concretizza in una mirata serie di indagini diagnostiche su aree precise e campioni opportunamente prelevati, dovrebbe precedere ogni intervento conservativo, costituendone un momento preliminare di aperta e concreta collaborazione tra Ricercatori e Restauratori.

I risultati, con tutti i limiti strumentali o di rappresentatività dei prelievi, non devono, come talvolta accade, essere considerati dati scontati, superflui o utili solo per le successive pubblicazioni, ma essere valutati e utilizzati in modo concreto per la scelta della metodologia di restauro, e costantemente presi in considerazione nelle fasi dell'intervento.

Allo stesso tempo, la conoscenza dei materiali, della tecnica e l'insieme delle informazioni scientifiche acquisite, se opportunamente archiviate e rese disponibili, potranno fornire ulteriore materia di studio riguardo all'opera e alle tecniche dell'autore e permettere, in futuro, considerazioni sul suo stato di conservazione e sulle scelte operative fatte.

Il progetto di restauro dell'abside della basilica di Aquileia, grazie anche alla sensibilità della Soprintendenza di competenza, è stata, per gli allievi della Scuola di restauro di villa Manin in Passariano, una concreta opportunità di conoscenza delle possibilità offerte dalla ricerca scientifica.

È soprattutto a loro che occorre trasmettere questo tipo di sensibilità alla diagnostica scientifica e al colloquio costante, critico, e quindi costruttivo, con storici dell'arte, ricercatori e operatori nel campo dei beni culturali.

L'apporto della diagnostica chimica, come vedremo, ha avuto un ruolo importante nella conoscenza della tecnica pittorica utilizzata nell'affrescare l'abside, dei pigmenti adoperati, del degrado presente e delle probabili cause.

Di fondamentale importanza è stata anche la possibilità di seguire e monitorare le prove di pulitura, che ha permesso di formulare metodiche corrette, evidenziandone gli effetti positivi e richiamando l'attenzione su possibili interazioni negative.

La presenza in cantiere del chimico, con la possibilità di un sereno e costruttivo confronto, ha certamente destato negli allievi una maggiore attenzione a queste problematiche e la consapevolezza che la competenza e l'esperienza del restauratore, unica figura qualificata ad intervenire sull'opera, deve costantemente trovare nell'apporto scientifico la conferma e le motivazioni del suo operato.

PROGETTO ANALITICO

Gli studi diagnostici sugli affreschi dell'abside della basilica di Aquileia prevedevano una serie di indagini per definire la natura della patina biancastra che vela superficialmente le diverse stesure pittoriche, la caratterizzazione degli intonaci, con particolare attenzione alla presenza di sali, l'identificazione dei pigmenti e dei leganti, al fine di valutare la tecnica pittorica, la tavolozza dei colori e le possibili alterazioni.

Dopo le prime prove di pulitura, un'ulteriore serie di analisi è servita a verificare gli effetti dei diversi metodi utilizzati nella fase di progettazione dell'intervento conservativo.

Il numero totale dei prelievi è stato di molto superiore a quello inizialmente previsto, non solo per la complessità della situazione, ma anche per i diversi aspetti che di volta in volta sono emersi dal diretto confronto con i restauratori. Queste sotto-stime non sono affatto infrequenti, soprattutto perché i risultati, che a mano a mano si ottengono, condizionano le valutazioni successive e, a volte, necessitano di ulteriori approfondimenti.

Per dare risposte concrete alle diverse necessità esposte, abbiamo utilizzato tecniche analitiche sia manuali che strumentali i cui risultati sono stati poi debitamente confrontati.

Valutazione del degrado, della presenza di sali e della tecnica pittorica

Per definire la situazione di degrado si è ritenuto indispensabile effettuare analisi diverse sia su prelievi selettivi, riferibili alla patina biancastra che ricopre l'intera superficie

ed effettuati a pennello e a bisturi, sia su frammenti rappresentativi dello strato pittorico (3-5 mm), sia infine su materiale incoerente rappresentativo dell'intonaco, prelevato per carotatura manuale sino a 10-15 mm di profondità.

Per identificare i materiali presenti nella patina biancastra, tra le diverse metodologie analitiche disponibili, si è scelto di effettuare analisi sia tramite cromatografia ionica con sistema HPLC Waters, per una valutazione quantitativa ionica dei sali solubili presenti, sia per diffrattometria a raggi X su polveri, con un'ulteriore conferma per spettrofotometria FTIR, per l'identificazione dei diversi sali sia solubili che insolubili.

Il buon numero di prelievi effettuato ha permesso anche una mappatura della distribuzione dei sali nel primo strato pittorico della superficie absidale, sia per contenuto totale sia per tipo di ioni.

L'analisi per spettrofotometria FTIR in diversi campioni ha anche confermato la presenza di materiale organico.

I risultati sono stati inoltre confrontati con i dati ottenuti sui prelievi costituiti da frazioni di intonaco di circa 10-15 mm e utilizzati per caratterizzare le malte presenti.

Per caratterizzare gli intonaci si è applicata una metodologia di indagini che ha permesso di valutare l'umidità residua, il contenuto in sali solubili, il rapporto tra i diversi ioni nell'estratto acquoso, la percentuale di carbonati, il rapporto calcio-magnesio, il legante idraulico e il residuo alla calcinazione.

Per confermare la tecnica pittorica e i pigmenti utilizzati è stato predisposto un consistente numero di inclusioni stratigrafiche sulle quali sono state poi applicate metodologie diverse di indagine, dalle osservazioni per microscopia ottica per la misurazione e descrizione delle stesure con relativa documentazione microfotografica, a colorazioni istochimiche ed osservazioni della fluorescenza a luce UV, ad analisi elementari puntuali ed X-grafie su stesure per la corretta identificazione dei materiali.

Nel corso delle diverse prove effettuate per la scelta della metodologia più corretta di intervento e per la valutazione del potere estrattivo sui sali presenti, si sono effettuate analisi ioniche quantitative su campioni degli impacchi eseguiti in tempi diversi con acqua deionizzata, con soluzioni di carbonato d'ammonio e con idrossido di bario, confrontandole poi con analisi effettuate direttamente su prelievi di intonaco prima e dopo le prove.

Si è potuto così individuare la metodica più opportuna e constatare la scarsa stabilità di alcuni strati alla basicità dei trattamenti.

1. Patina biancastra (foto Autore).

2. Effetto velante della patina (foto Autore).

3. Diffrattogramma con picchi caratteristici dei diversi sali evidenziati nella patina biancastra (elab. Autore).

4. Grafici dell'analisi ionica (elab. Autore).

RISULTATI

Patina biancastra

Come si è potuto dedurre dalle diverse analisi, la patina biancastra, presente un po' su tutta la superficie, in alcune parti polverulenta, in altre più compatta (figg.1-2), è costituita da abbondante calcite e da gesso rispettivamente come parte insolubile e poco solubile e in parte da sali solubili, in particolare nitrati quali niter (nitrato di potassio) e nitrocalcite (nitrato di calcio), oltre a materiale incoerente, soprattutto quarzo, evidenziati dalla analisi per diffrazione a raggi X (fig. 3).

Per meglio definirne la natura e valutarne l'eliminazione per impacco, su una serie di prelievi, costituiti da piccole porzioni di pellicola pittorica con evidente presenza di formazioni saline superficiali e residui di intonaco (2-5 mm), sono state effettuate estrazioni in acqua distillata per 18 ore, (100 ml per 100 mg), ed analisi ionica (fig. 4), per determinare sia la presenza dei sali solubili sia il rapporto tra i diversi anioni cloruri, nitriti, nitrati, solfati e i cationi quali sodio, potassio, calcio, magnesio ed ammonio.

I dati analitici riassuntivi sono riportati in fig. 5 ed evidenziano la percentuale in peso dei sali (solfati e nitrati) a diverse altezze della struttura muraria.

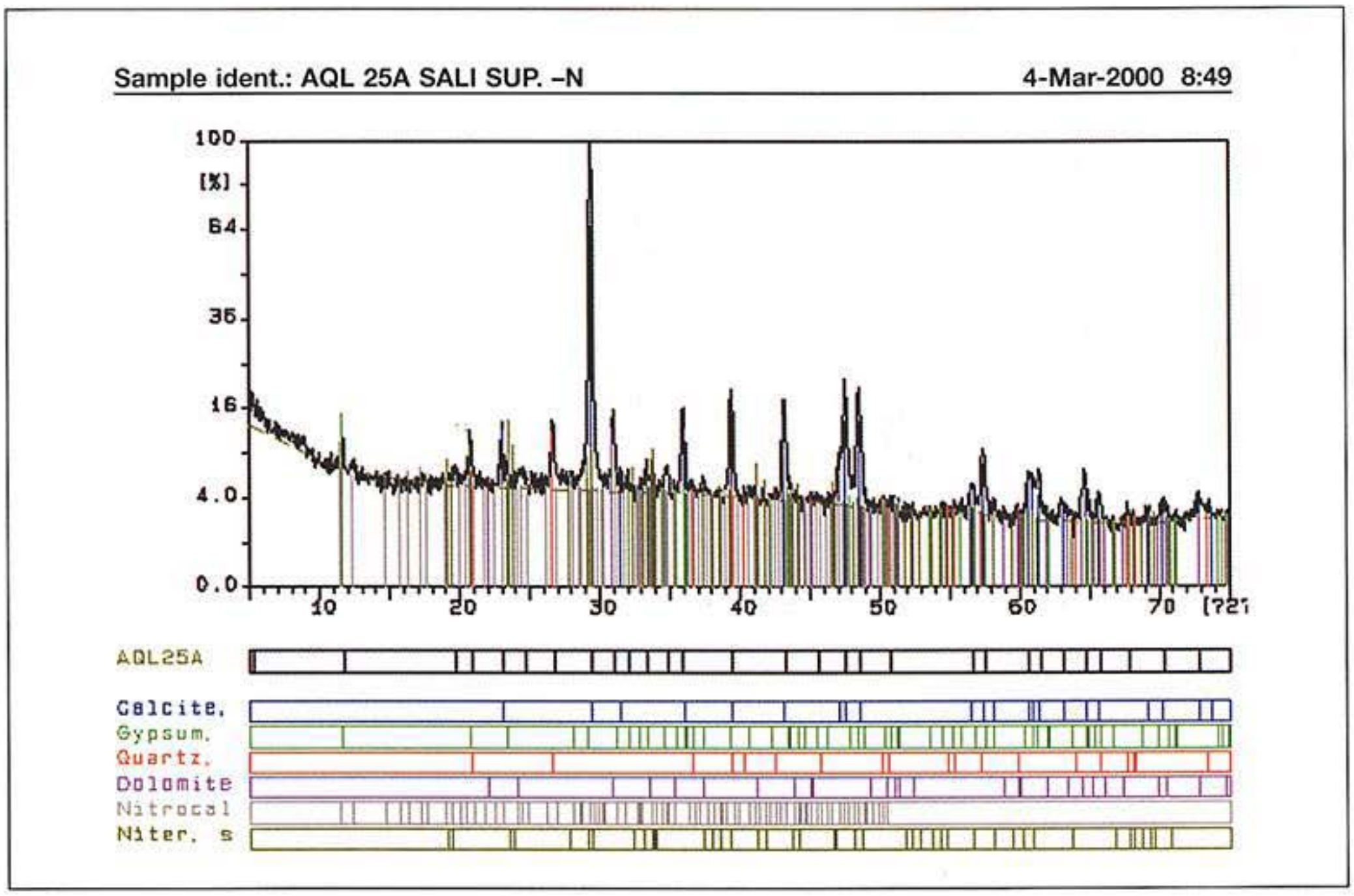
La situazione che si ricava dalle analisi è di una struttura interessata da risalita capillare con manifestazioni evidenti di trasporto di sali, con fasi di limitata evaporazione nella parte inferiore che ha favorito il concentrasi dei sali nella fascia compresa tra le finestre; evaporazioni e condensazioni hanno inoltre prodotto fenomeni di ricarbonatazione.

Su diversi prelievi sono state trovate ancora tracce dell'intonaco che ricopriva completamente gli affreschi e che ha contribuito alla carbonatazione.

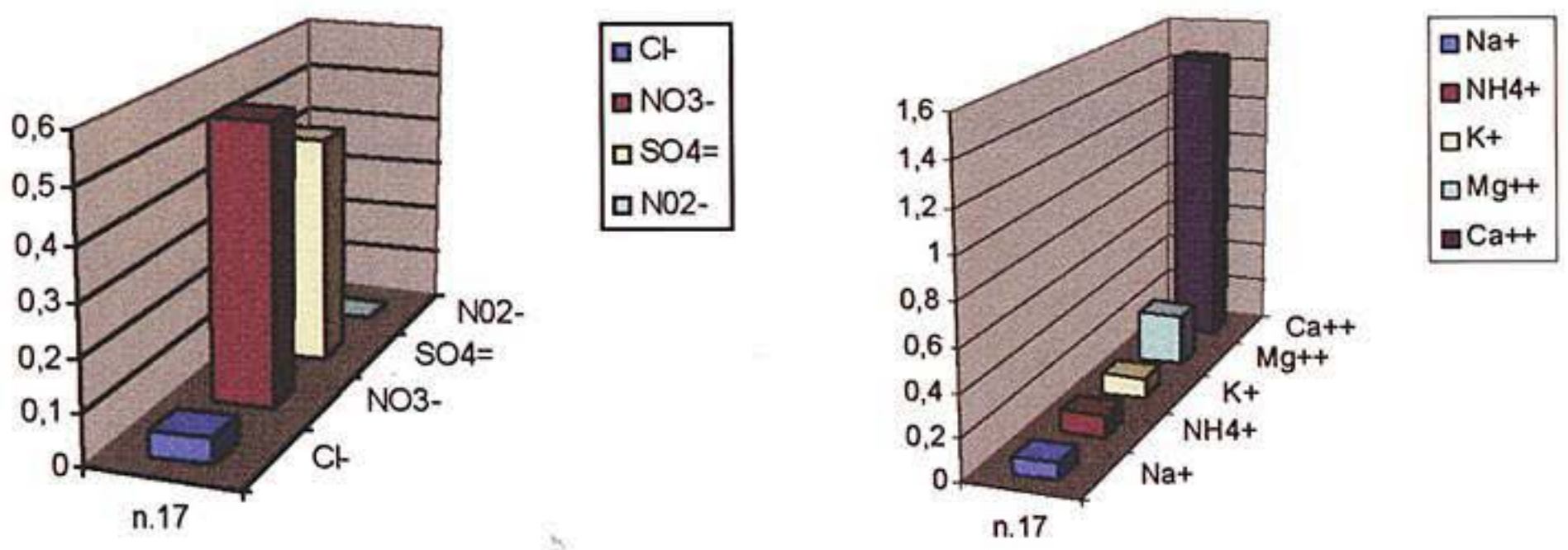
Le analisi hanno anche confermato la possibilità di asportare, con buoni risultati, la patina a tampone con acqua satura di ammonio carbonato.

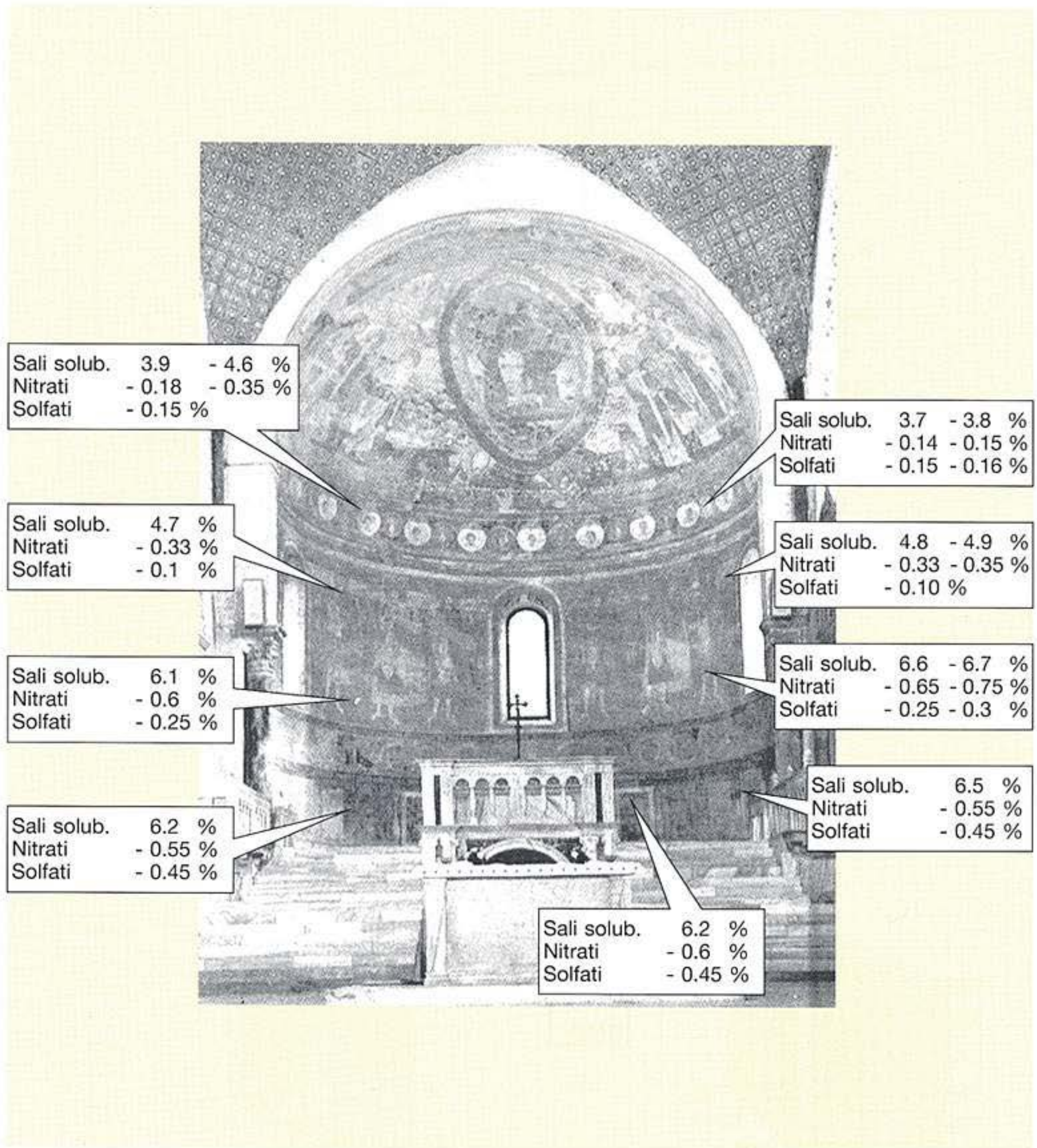
Particolare cura dovrà comunque essere posta nella fase di estrazione dei sali per evitare l'interazione dei nitrati presenti con i materiali di consolidamento.

L'analisi per spettrofotometria FTIR ha evidenziato la presenza, sia pur limitata, di materiale organico riferibile a colla animale dovuta con molta probabilità ad un fissativo applicato dopo la discialbatura, e gomma arabica da ricondurre a velature di colori ad acquerello, presenti soprattutto a dare risalto alla cromia originale delle figure.



Analisi ionica tipo: parte destra fascia con le finestre.





5. Immagine dell'abside con riportate le quantità riscontrate degli anioni significativi (elab. Autore).

Intonaco

Su frammenti di intonaco, prelevati in punti diversi a varie altezze della struttura, si è proceduto ad una serie di analisi per evidenziare i materiali costitutivi e valutarne la consistenza ed il degrado.

Caratterizzazione degli intonaci

Schema analitico ed esempio di dati evidenziati (colonna a destra)

Umidità residua	Come differenza in peso, espressa in percentuale, tra peso del campione al prelievo e dopo trattamento a 105° C in stufa sino a peso costante.	0.17
Contenuto in sali solubili	Come differenza in peso, espressa in percentuale, tra peso del campione prima e dopo dissoluzione in acqua distillata, filtrazione ed essiccazione a peso costante.	5.40
Analisi ionica	Su estratto acquoso (18 h - 100 ml per 100 mg) con dosaggio ioni per colorimetria, turbidimetria e cromatografia ionica.	Cloruri – 0,03 Nitrati - 0,29 Nitriti - 0 Solfati - 0 Calcio - 1,17 Magnesio 0,04 Sodio - 0,01 Potassio -.0,01
Determinazione dei carbonati	Come differenza in peso, espressa in percentuale, tra peso del campione prima e dopo dissoluzione con HCl 1 N, filtrazione ed essiccazione a peso costante, e relativa titolazione con NaOH 1 N (ICR-DIMOS 13-1978)	82,58
Rapporto Ca-Mg nella fase carbonatica	Nella soluzione cloridrica per assorbimento atomico	12 :1
Legante idraulico	Come differenza in peso, espressa in percentuale, tra peso del campione prima e dopo dissoluzione con HCl conc. 1:4 per 16 ore (Dupas), filtrazione ed essiccazione a peso costante	0,56
Rapporto Si-Al-Fe nella fase idraulica	Nella soluzione cloridrica per assorbimento atomico.	Minimo
Residuo alla calcinazione	Come residuo dopo calcinazione a 900° C, come percentuale in peso.	3.78
Inerti (non carbonatici)	Residuo, come percentuale in peso.	7.51
Lettura stratigrafica	Inclusione in resina, taglio e preparazione per la lettura della sezione e la documentazione microfotografica, determinazione del rapporto visivo legante-inerti, tipologia degli inerti (distinzione mineralogica, arrotondamento, angolosità), coesione	
Analisi per microscopia elettronica	Rapporto Ca-Mg nella matrice, analisi elementare nei granuli di inerte ed eventuale mappatura elementare.	

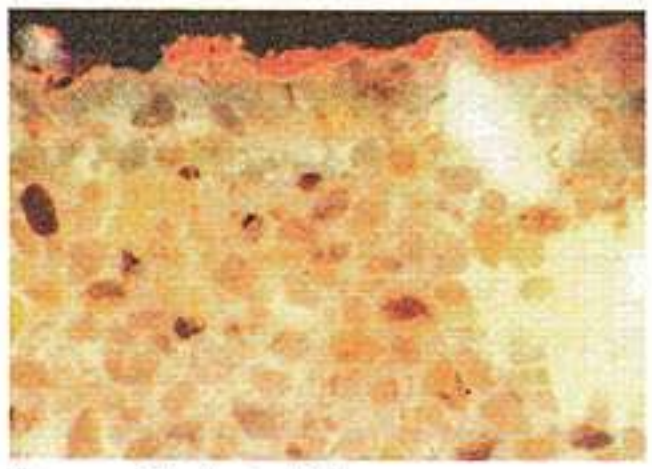
Le analisi hanno evidenziato una consistente presenza di sali solubili (5.1-5.6% peso) con percentuali variabili di nitrati, più abbondanti nella zona compresa tra la pavimentazione ed il cornicione (0.7% peso). La malta è soprattutto carbonatica; l'elevato valore di carbonati evidenziato è dovuto anche alla presenza abbondante di sabbia carbonatica.

La percentuale dei nitrati evidenziata in questi prelievi è solo indicativa dello stato di degrado: va prevista certamente la presenza abbondante di questi sali anche in profondità e sarà da considerare la loro mobilità nei diversi trattamenti con acqua.

Per meglio valutare la tipologia dell'impasto, di alcuni frammenti è stata fatta l'inclusione in resina e la preparazione della sezione per la lettura stratigrafica.

L'osservazione per microscopia ottica (fig. 6) ha evidenziato, per le parti di intonaco originali, un rapporto matrice carbonatica e inerti molto vicino a 1:3, con un'abbondante presenza di sabbia medio-fine, in gran parte costituita da gra-

6. Microscopia elettronica. Mappe degli elementi con microsonda a dispersione di energia (EDS) (foto Autore).



Intonaco originale (prel. 14).

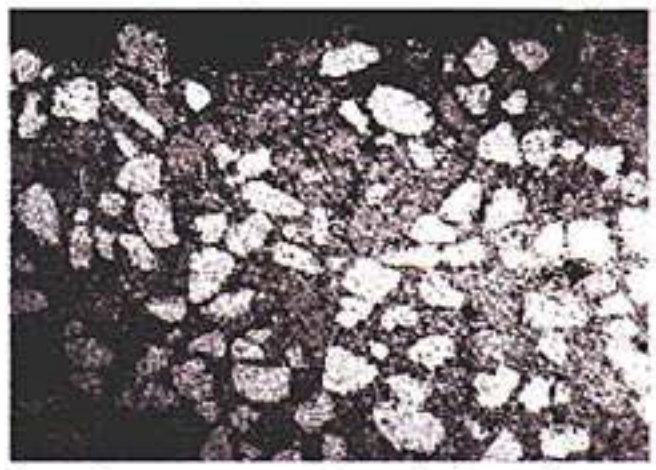
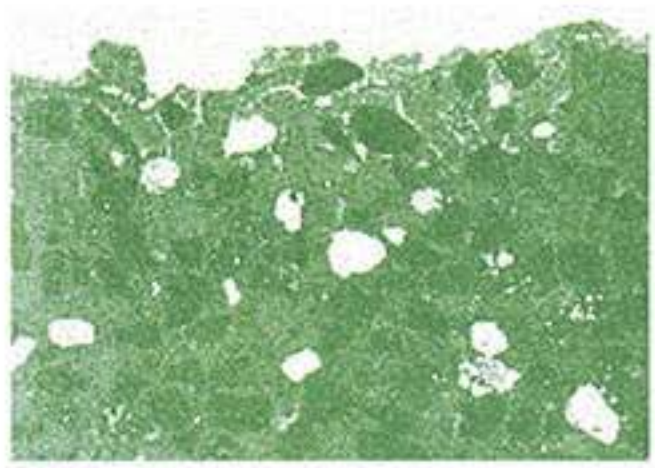


Immagine ottenuta con microscopio elettronico.

Mappa per Magnesio - Sabbia (dolomite).



Mappa per Calcio - Matrice e sabbia carbonatica.

Mappa per Silicio - sabbia (quarzo).

Mappa per Ferro - Terra rossa e ossidi nella sabbia.

nuli arrotondati, soprattutto frammenti di rocce carbonatiche (calcite e dolomite) con quarzo e frammenti vegetali. I valori di umidità residua sono decisamente bassi rispetto a quelli prevedibili per la tipologia della struttura, ma va tenuto comunque presente la loro possibile variazione in rapporto ai diversi periodi stagionali.

I dati sono comunque rapportabili alle osservazioni visive della superficie e a quelle stratigrafiche che hanno evidenziato un intonaco molto poroso con abbondante presenza di fratture.

La malta originale è soprattutto carbonatica, senza materiale idraulico, con rapporti calcio-magnesio di circa 12:1; questa presenza minima è stata evidenziata nei granuli di sabbia e non nella matrice carbonatica.

Particolare rilievo è da attribuire agli alti valori di perdita di peso per calcinazione, indicativi di presenze organiche nella malta, dovuta soprattutto, come hanno poi messo in evidenza le sezioni stratigrafiche, a frammenti di vegetali (fig. 7).

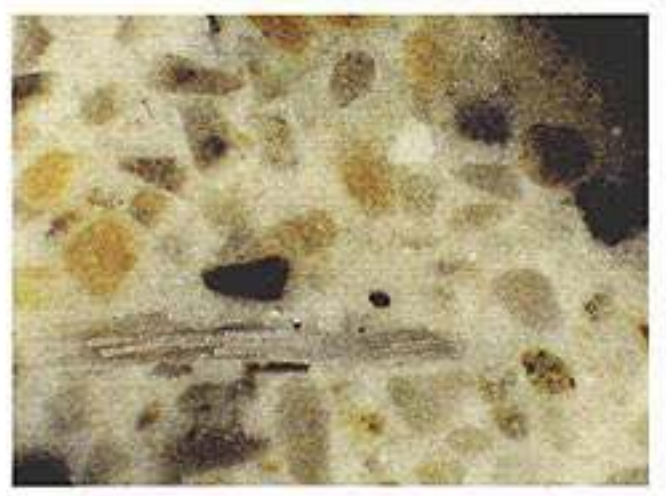
Per la conferma della presenza di leganti sono state inizialmente applicate le classiche colorazioni istochimiche che non hanno dato dati attendibili soprattutto per l'elevata porosità dei frammenti, mentre si sono rivelate valide le osservazioni per microscopia ottica della fluorescenza emessa dal campione opportunamente illuminato con lampada UV, che hanno messo in evidenza residui di natura proteica sulla superficie degli strati pittorici, e le analisi per spettrofotometria FTIR con microscopio (fig. 8).

I frammenti analizzati indicano soprattutto una tecnica a fresco, anche se alcuni prelievi presentano una marcata linea di carbonatazione dell'intonaco ed uno spessore abbondante dello strato pittorico, riconducibili a stesure su intonaco già parzialmente carbonatato con probabile utilizzo di acqua di calce.

In tutti i prelievi sono comunque riscontrabili tracce organiche, soprattutto riferite allo strato di patina superficiale, dovute in parte a velature di colore degli ultimi restauri.

Come discusso con i restauratori, non si esclude la presenza di sostanze organiche quale medium nei colori originali; la loro bassa percentuale e il processo di mineralizzazione non consentono di rilevarne in modo corretto la presenza.

Alcuni prelievi, provenienti dalla parte sinistra dell'abside, presentano una sottile stesura di calce carbonatata con presenza di gesso sotto lo strato pittorico.



7. Sezione stratigrafica. Intonaco con sabbia carbonatica e frammento di origine vegetale (foto Autore).

8. Microscopia ottica. Osservazione di fluorescenza generata da illuminazione UV (foto Autore).

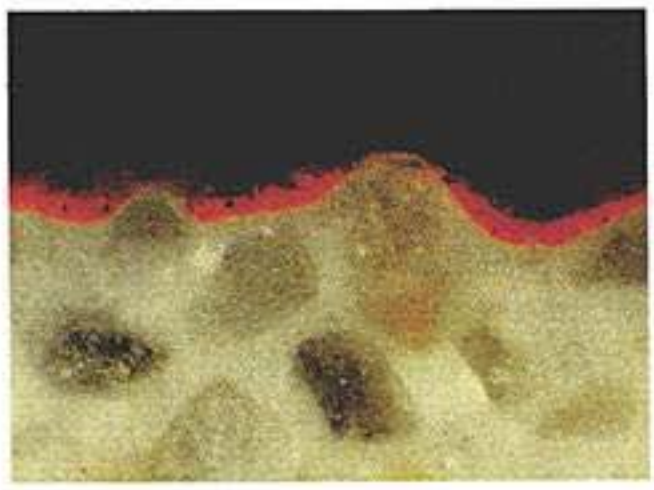
Pigmenti

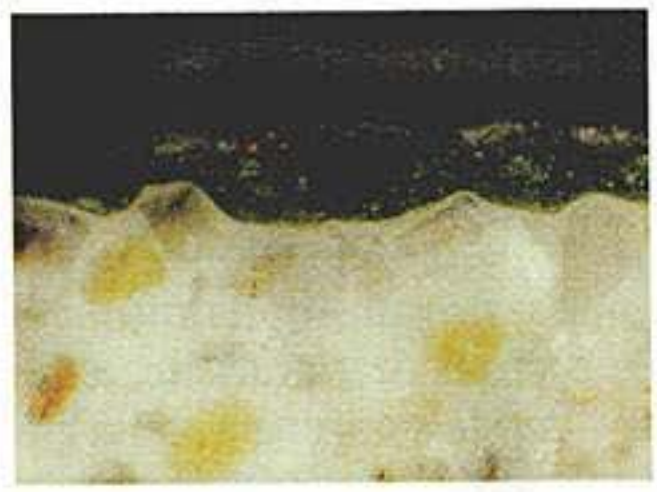
La tavolozza dei pigmenti è limitata ai colori classici: Terra Rossa (fig. 9), Terra Verde (fig. 10), Ocra Gialla (fig. 11)

e Blu Oltremare Naturale (fig. 12), confermato, in tracce, anche al di sotto delle più recenti velature di Blu Oltremare Artificiale (fig. 13).

Un incarnato (fascia con tondi) presenta, oltre a Terra Rossa, del Giallo di Piombo con tracce di Calcio Fosfato in calce (fig. 14).

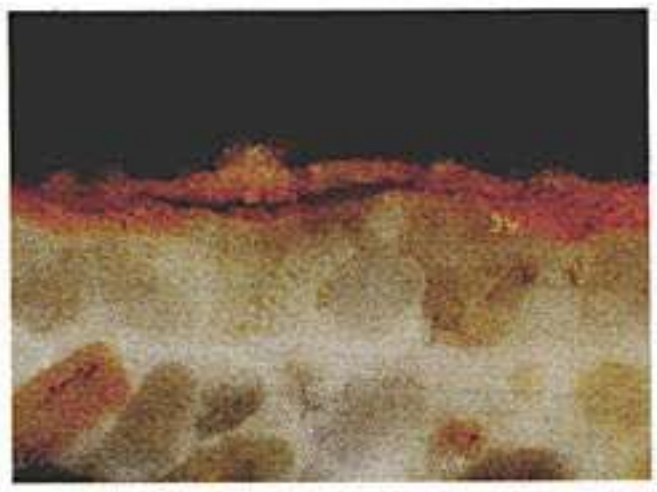
Nella fascia inferiore, dipinta con storie di Santi e Martiri, è stata evidenziata la presenza di Azzurrite e Malachite (fig. 15).





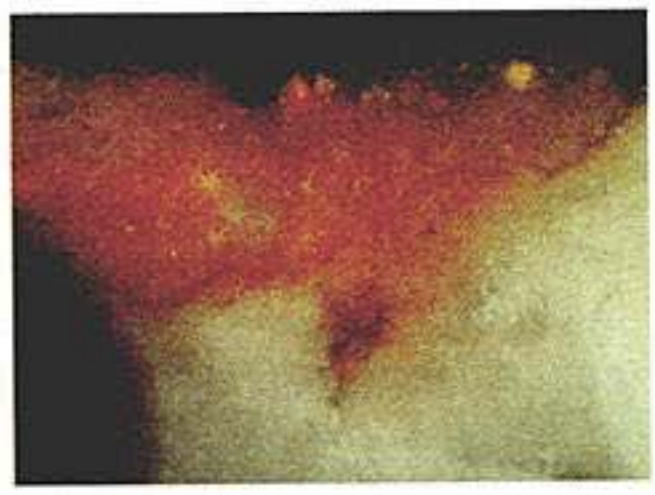
9. Stesura di Terra Rossa su intonaco originale, sezione stratigrafica.

10. Stesura di Terra Verde su intonaco originale.



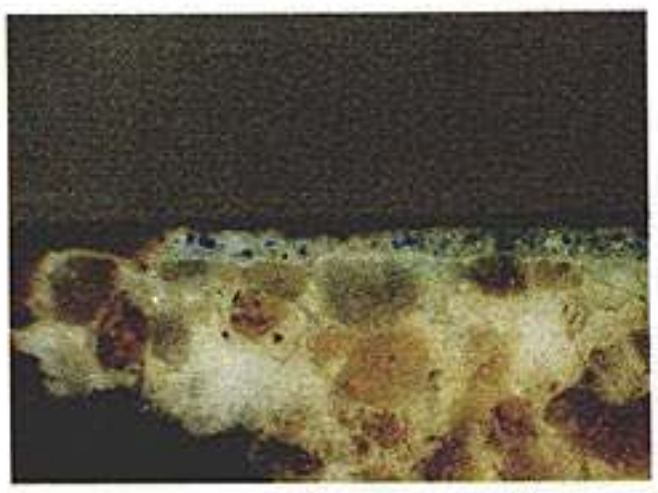
11. Stesura di Ocra Gialla su intonaco originale.

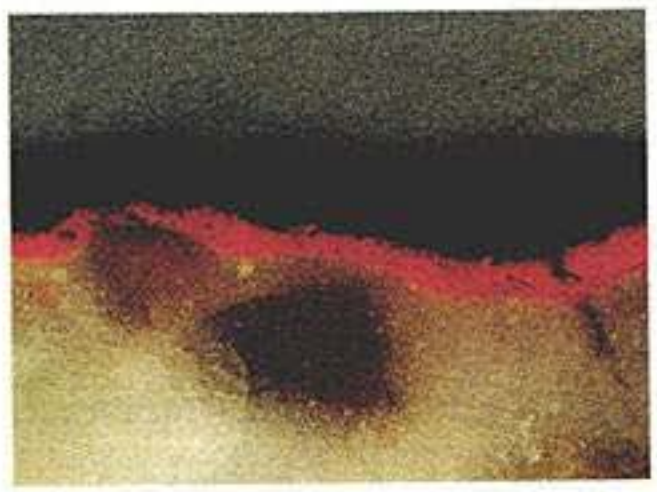
12. Stesura di Blu Oltremare Artificiale su tracce di Blu Oltremare Naturale.



13. Stesura di Blu Oltremare Naturale su Ocra Gialla (fiore).

14. Incarnato costituito da Terra Rossa con Giallo di Piombo.

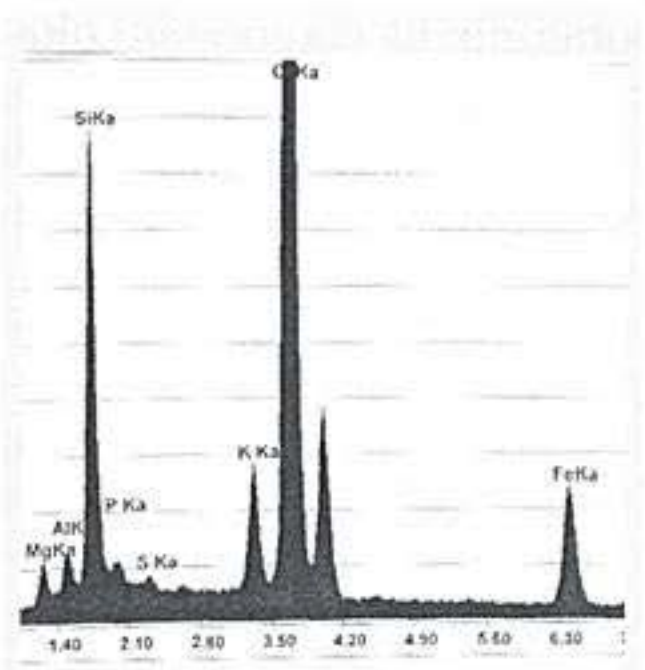


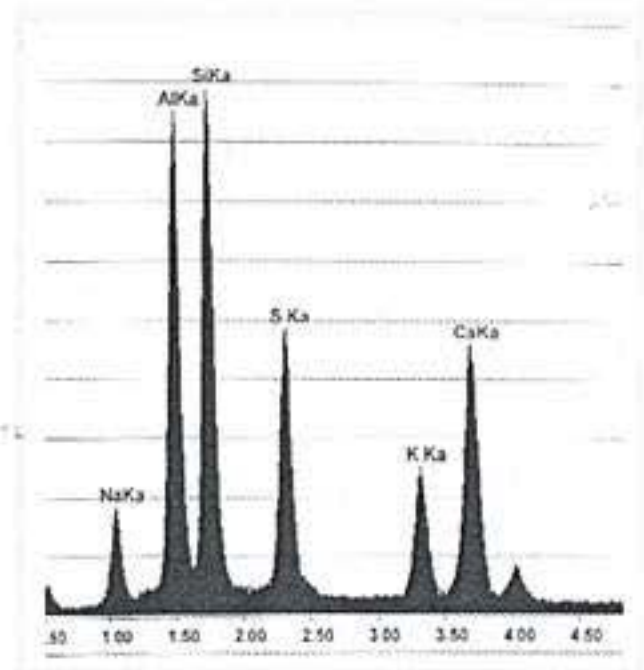


15. Stesura di Azzurrite in bianco di calce.

16. Strato bruno-nerastro (Plattnerite), probabile alterazione del Minio (9.-16. foto Autore).

La composizione dei diversi pigmenti è stata evidenziata per microscopia elettronica con microsonda EDS, con analisi puntuali su granuli diversi e con mappature elementari.





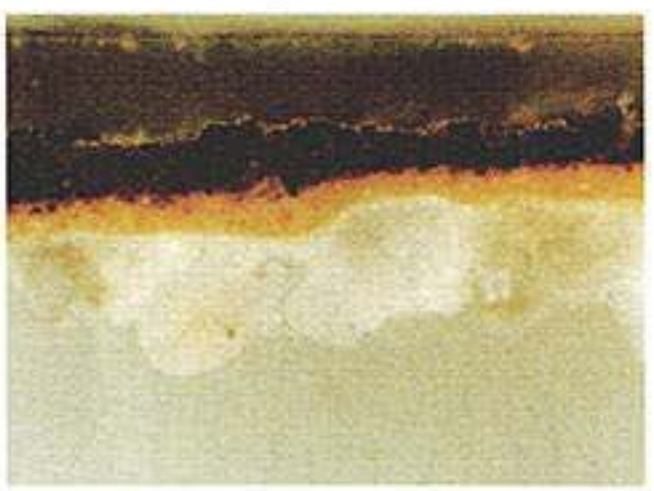
17. Analisi puntuale (SEM-EDS) Terra Verde (stesura verde fig. 10) (elab. Autore).

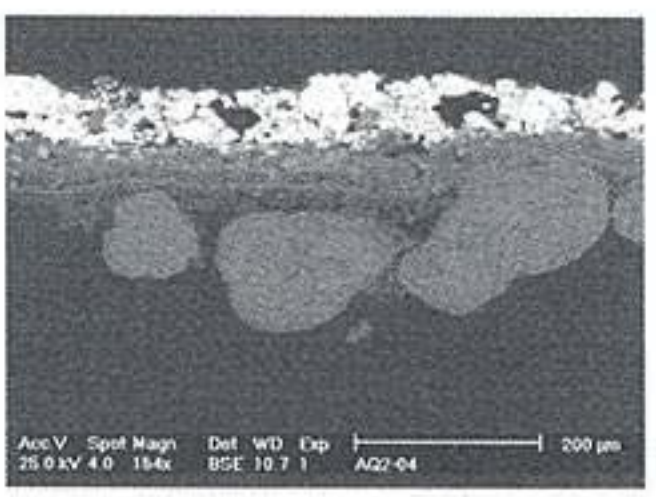
18. Analisi puntuale elementare (SEM-EDS). Blu Oltremare Naturale (fig. 13) (elab. Autore).

Uno studio particolare è stato effettuato sulle diverse stesure nero-brunastre presenti sulle figure come lumeggiature o come ombreggiature.

Le sezioni stratigrafiche dei relativi prelievi presentano veri e propri strati pittorici, con colore dal bruno al nero e rari granuli aranciati (fig. 16), su stesure di Terra Rossa e in rari casi di Ocra Gialla (figg. 19-20)

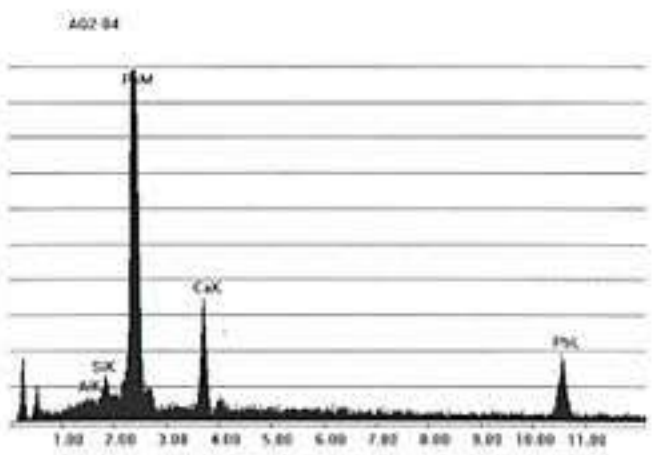
Le alterazioni sono visibili anche sotto i residui dell'intonaco che ricopriva l'intera superficie prima dei restauri. L'analisi elementare con microsonda elettronica ha in tutti i casi evidenziato unicamente la presenza di piombo (fig. 21) e

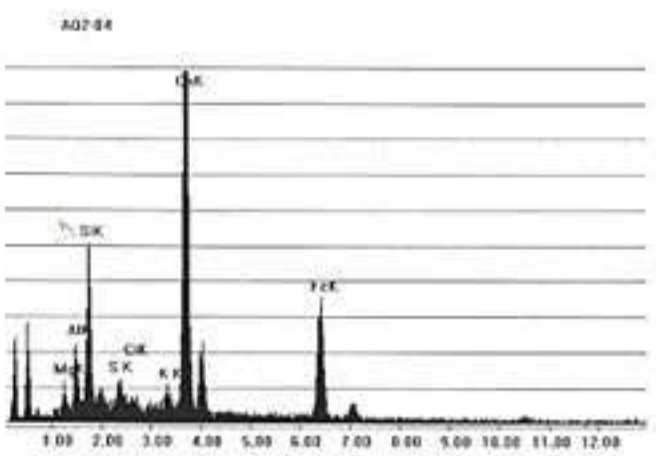




19. Strato di Plattnerite (PbO_2) su Ocra Gialla (foto Autore).

20. Foto al SEM relativa alla fig. 19 (foto Autore).





21. Analisi puntuale (SEM-EDS) dello strato nerastro (elab. Autore).

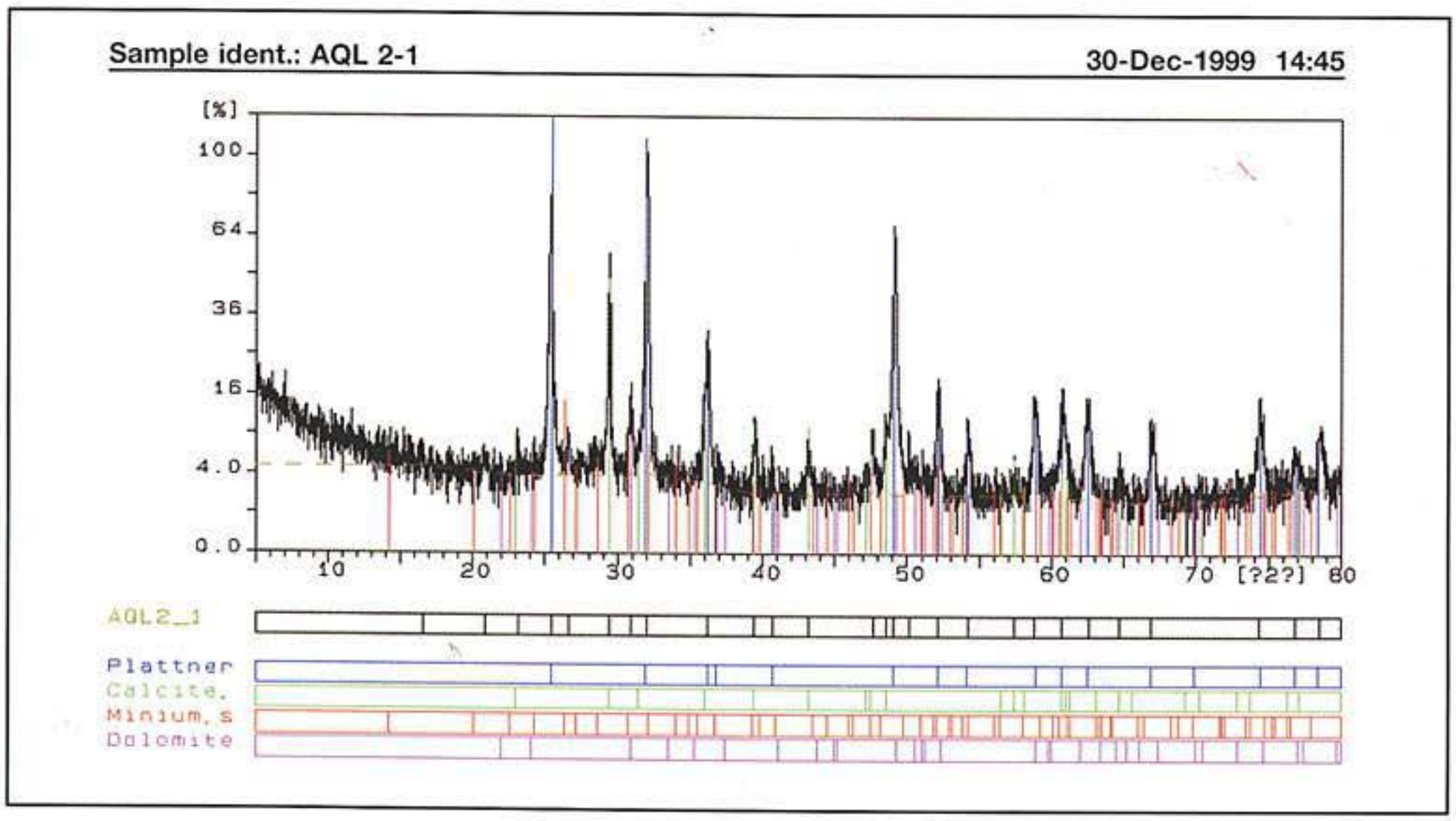
22. Analisi puntuale (SEM-EDS). Ocra Gialla (elab. Autore).

solo la diffrattometria a raggi X ha potuto confermare la presenza di Plattnerite (PbO_2), come prodotto di alterazione di pigmenti a base di piombo (fig. 23).

La necessità di approfondire la conoscenza delle cause dell'alterazione con prove di laboratorio, ha comportato ulteriori prelievi per analisi con la collaborazione degli Studenti e dei Restauratori. Questi prelievi hanno interessato anche gli affreschi della Cripta. I risultati hanno confermato esattamente quanto già rilevato per l'Abside.

In tutti i prelievi effettuati, anche quelli della cappella laterale e della Cripta, lo strato superficiale nero-brunastro è risultato essere costituito da piombo biossido (Plattnerite), in alcuni di essi sono ben visibili ancora granuli dal colore aranciato, costituiti essenzialmente da piombo, attribuibili a Minio (*minium secundarium* o *cerussa usta*). Non sono presenti granuli biancastri o gialli riferibili a piombo carbonato (Biacca) o a piombo monossido (Massicot e Litargirio). Solo in uno dei prelievi (Cripta, sangue del Cristo), oltre alla Plattnerite nera, sono presenti granuli aranciati caratterizzati oltre che dal piombo anche da ferro, silicio e alluminio, quindi una mescolanza di Ocra rossa e Minio presente anche nello strato sottostante rosso.

Gli spettri ottenuti per diffrattometria a raggi X non presentano picchi attribuibili a piombo carbonato (Cerussite, Idrocerussite), piombo monossido (Massicot e Litargirio) o piombo solfuro (alterazione degli stessi): occorre però considerare che



23. Diffrattogramma a raggi X della stesura nerastra (alcuni picchi riferibili a Minio -Pb_3O_4-, potrebbero indicare in questo pigmento il materiale alterato) (elab. Autore).

la loro presenza potrebbe essere al di sotto della sensibilità del metodo di identificazione (utile per concentrazioni > 2-4%).

Facendo anche riferimento a quanto riportato in letteratura[1], si può obiettivamente concludere, in accordo con le prime interpretazioni iconografiche dei dipinti, che la Plattnerite (PbO_2) rilevata è il prodotto ultimo di degrado (ossidazione) del pigmento Minio, in sottili stesure originali di rifinitura degli ornamenti che non presentano leganti particolari al di là di una minima carbonatazione.

La malta che costituisce le stuccature relative alla picchiettatura è anch'essa prevalentemente carbonatica e caratterizzata da abbondante presenza di quarzo.

In questi prelievi si è rilevata una maggiore presenza di sali solubili, soprattutto solfati, mentre i nitrati presentano valori inferiori a quelli della malta originale.

Analisi scientifiche di supporto alle prove di pulitura e di consolidamento con idrossido di bario

Le prove di impacco con acqua deionizzata hanno indicato una buona capacità estrattiva, per quanto riguarda i nitrati, ma le analisi sugli impacchi prima e dopo l'applicazione hanno anche evidenziato che nei materiali utilizzati (acqua deionizzata e polpa di cellulosa) erano presenti ioni come Cloruri e Sodio in quantità non trascurabili, che sono stati scambiati e lasciati nella muratura (fig. 24).

Questo mostra quanto sia importante anche un supporto scientifico di controllo e collaudo dei materiali utilizzati in cantiere per i diversi interventi.

I prelievi sono stati analizzati per cromatografia ionica in modo da evidenziare il contenuto in ioni, i tamponcini sono stati trattati con acqua ultrapura (50 ml) per 22 ore a 20 °C., filtrati e analizzati con sistema HPLC Waters.

24. Valori ottenuti dalla analisi per cromatografia ionica sugli estratti acquosi.

Prelievi:

n. 34 - Polpa di cellulosa imbevuta di acqua deionizzata.

n. 35 - Impacco (tipo n. 34) dopo applicazione su area dell'affresco (2,5 x 2,5 cm) sino ad evaporazione completa.

n. 36 - Secondo impacco (tipo n. 34) applicato nello stesso punto sino ad evaporazione completa.

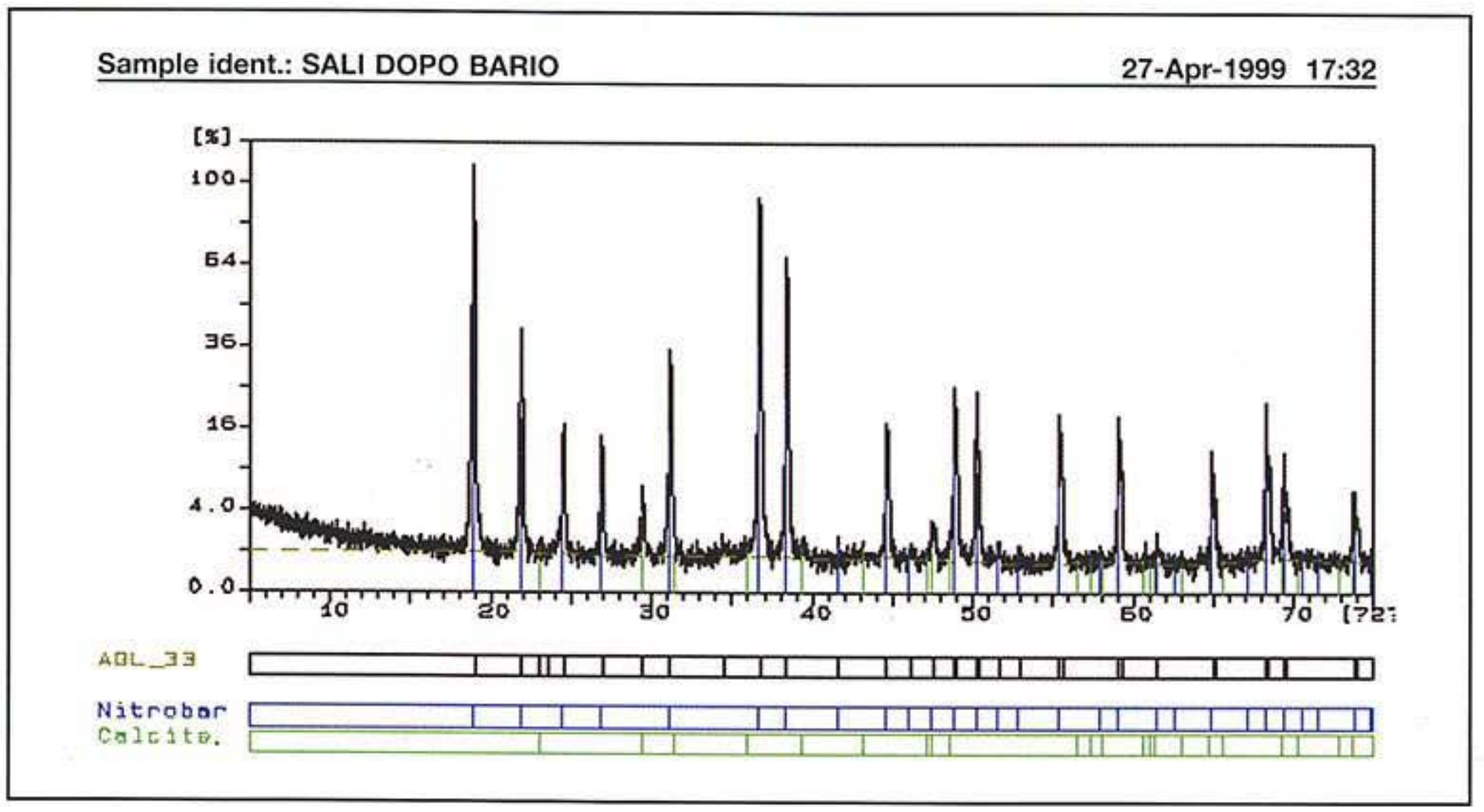
n. 37 - Tamponi di cotone utilizzati per la pulitura dopo gli impacchi.

n. 39 - Impacco di cellulosa con acqua satura di ammonio carbonato dopo applicazione su area dell'affresco (2,5 x 2,5 cm) sino ad asciugatura.

n. 40 - Secondo impacco (tipo n. 39) applicato nello stesso punto sino ad asciugatura.

n. 41 - Tamponi di cotone utilizzati per la pulitura dopo gli impacchi.

mg/l	n. 34	n. 35	n. 36	n. 37	n. 39	n. 40	n. 41
SODIO	19,1	6,3	10,4	9,2	8,8	3,9	6,7
POTASSIO	2,4	3,1	3,1	5,3	1,8	0,9	1,6
AMMONIO	4,7	4,6	5,3	9,2	36,5	30,7	22,8
CALCIO	2,2	15,8	8,2	10,9	2,7	4,2	10,1
MAGNESIO	0,1	1	0,6	1,5	0,2	0	1,2
CLORURI	40,2	5,7	8	20	9,7	9	9
NITRITI	0	0	0	0	0	0	0
NITRATI	0	28,7	28,1	6	87	103,3	5,8
SOLFATI	39,5	5,6	9,4	22,9	28	0	0



25. Diffrattogramma delle formazioni saline dopo impacco con idrossido di bario (elab. Autore).

Come si rileva dai dati riportati gli impacchi estraggono, nelle diverse fasi successive, consistenti quantità di nitrati; i valori ottenuti dalle nostre analisi lasciano sottintendere una loro presenza più marcata nella parte interna della muratura.

Una prova di consolidamento con impacco di idrossido di bario in una zona particolarmente alterata ha prodotto, infatti, un'abbondante efflorescenza biancastra.

Sul materiale, asportato a pennello, è stata effettuata un'analisi per diffrattometria a raggi X (fig. 25) che ha confermato, in modo molto evidente, la presenza di Nitrobarite (nitrato di bario), mentre in un'altra zona altrettanto alterata, lo stesso tipo di impacco, in un altro periodo con temperatura ambientale più alta, non ha prodotto variazioni e, d'altra parte, una diversa prova, previo utilizzo di tributilfosfato, ha permesso di effettuare il trattamento senza problemi.

Occorrerà in ogni caso molta attenzione nello scegliere la metodologia ed i tempi di applicazione, anche in relazione all'umidità ed alla temperatura ambientale.

LE TECNICHE ANALITICHE

Per una proficua indagine conoscitiva di un manufatto storico o artistico è indispensabile una preliminare conoscenza delle tecniche scientifiche di analisi a disposizione. È importante soprattutto sapere quali sono le potenzialità degli

strumenti che saranno usati, quali dati possono fornire e quanto materiale è necessario per ottenere risultati attendibili e quindi utili.

Sull'importanza e necessità delle indagini scientifiche a supporto degli interventi di restauro si è certamente scritto molto e appare ormai inevitabile l'utilizzo di analisi che implicano prelievi dall'opera d'arte.

Le indagini non distruttive da sole, infatti, non possono dare risposte esaustive alle diverse problematiche.

Ci sono poi alcune tecniche che, pur non essendo di per sé distruttive, possono provocare alla superficie in esame danni o modificazioni non immediatamente riscontrabili (raggi X, radiazione UV, illuminazione prolungata con lampade ad incandescenza, eccetera).

Fermi restando i principi inalienabili sul rispetto dell'opera d'arte, il prelievo deve avere requisiti ben precisi; esso deve essere necessario e correlato a particolari problematiche, documentato correttamente e rappresentativo della struttura, limitato ma sufficiente per il tipo di analisi cui dovrà essere sottoposto e integrato in un progetto analitico preciso e in grado di fornire risposte concrete.

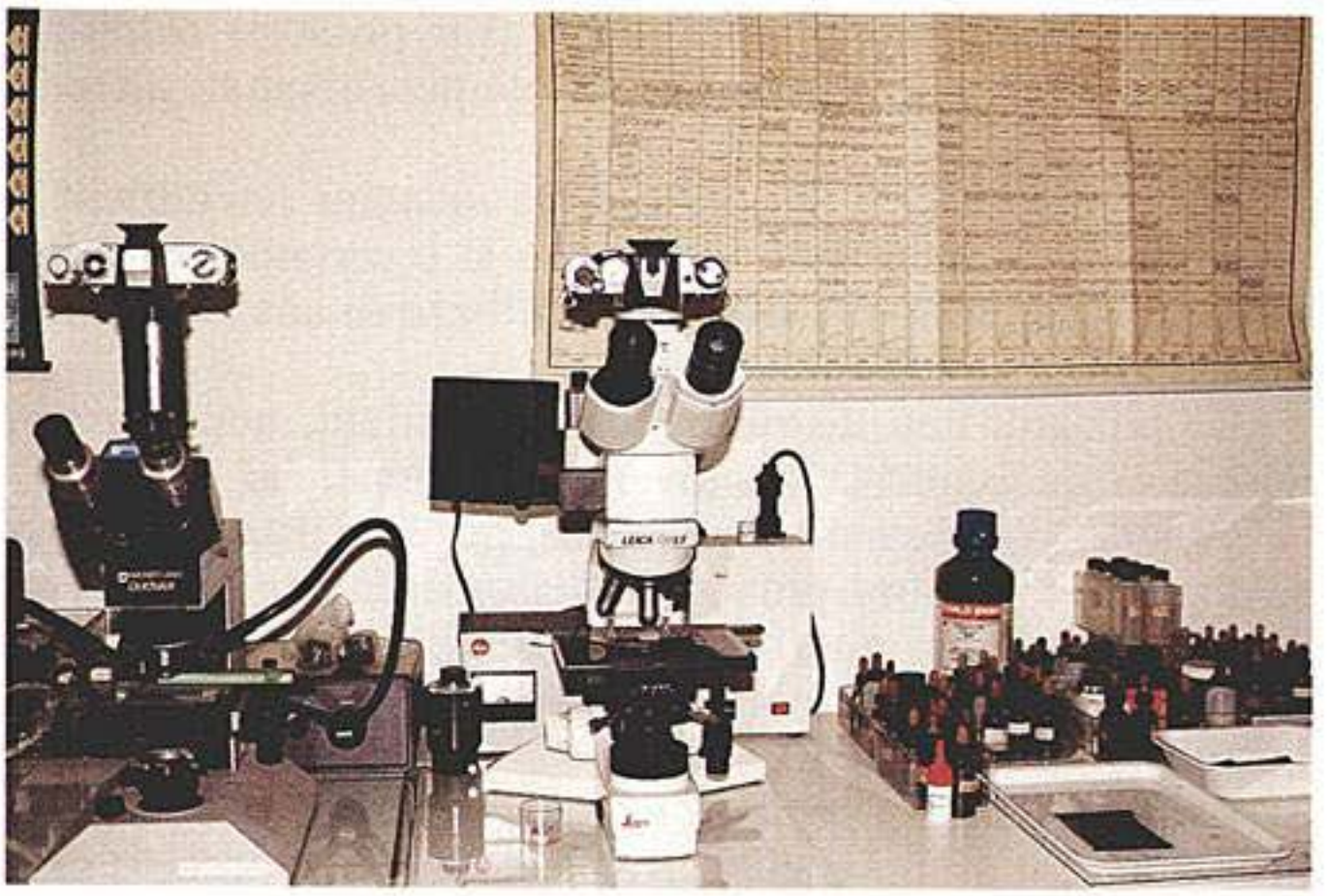
Per poter operare in modo corretto nel campo della conservazione, gli addetti del settore dovrebbero conoscere nel modo più completo l'oggetto dell'intervento, sia che si tratti di un recupero, sia che si tratti di una manutenzione preventiva.

Prima di pulire, consolidare, proteggere, operazioni che implicano un'azione con sostanze estranee all'opera, si deve, infatti, sapere quali siano i materiali costitutivi e come questi si siano eventualmente modificati nel tempo. Queste trasformazioni possono essere attribuite ad un naturale degrado dovuto agli effetti dell'ambiente circostante quali clima, atmosfera molto inquinata, problemi di risalita capillare ed altri ancora, oppure a precedenti interventi da parte di manutentori o restauratori che possono aver usato prodotti non compatibili con quelli costitutivi l'opera d'arte o che si sono degradati con molta facilità.

È quindi fondamentale l'ausilio delle indagini scientifiche, affinatesi notevolmente negli ultimi anni.

Fra le diverse tecniche scientifiche a disposizione, devono essere utilizzate quelle più idonee alla soluzione del problema contingente, e non sempre sono le più versatili o le più frequentemente usate.

Fattore discriminante è, spesso, la quantità di materia disponibile e il carattere più o meno distruttivo di alcune tecniche anche se le più moderne tendono a minimizzare la quantità di campione a parità di attendibilità dei risultati.



26. Microscopi ottici con fluorescenza UV e, a destra, attrezzatura per colorazioni istochimiche (foto Autore).

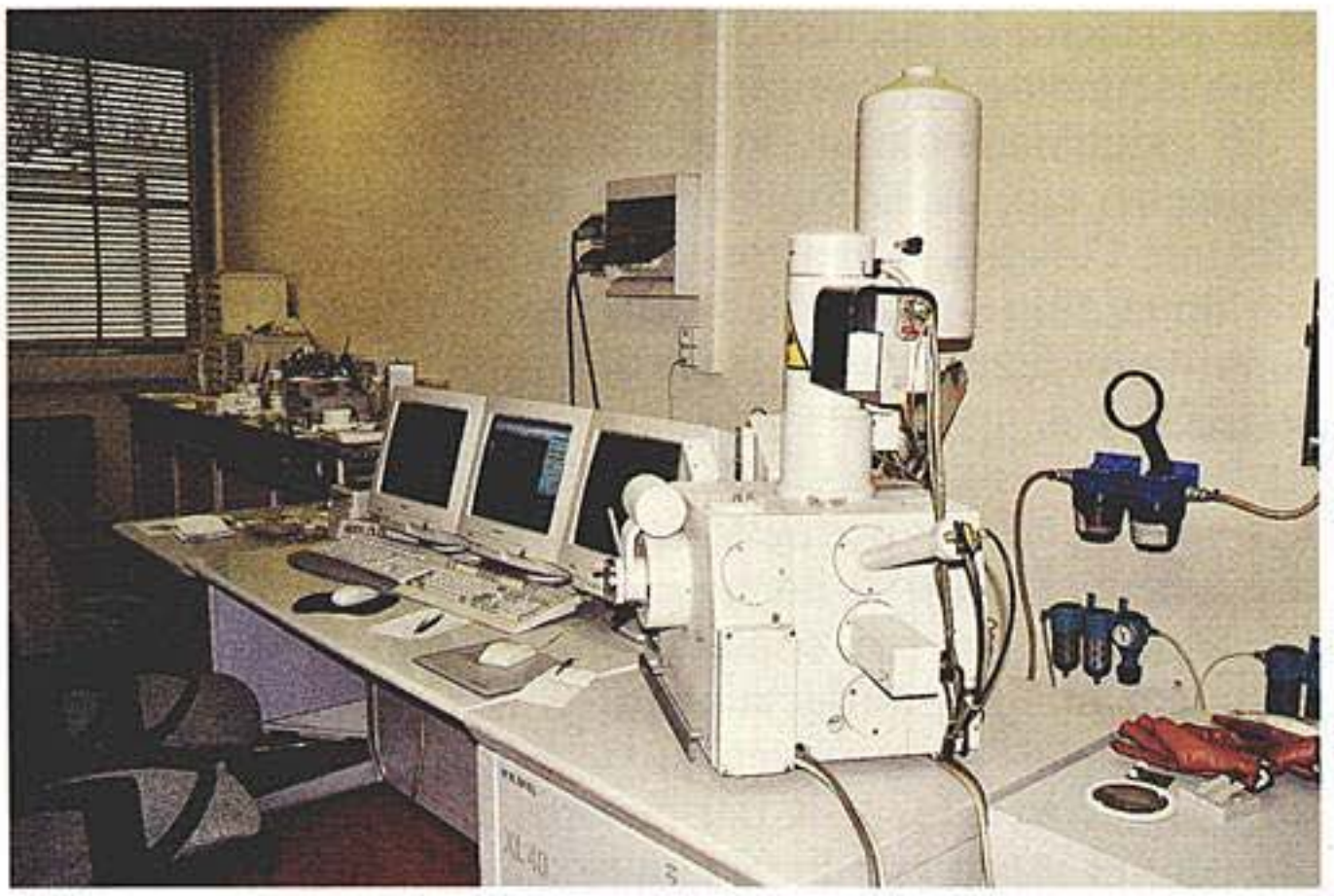
Ci sembra opportuno, al di là di elenchi delle varie metodologie e tecniche analitiche utilizzabili nel campo del Beni Culturali, soffermarci più in dettaglio su quelle impiegate in questo Progetto, che sono tra le più importanti e utili nei restauri delle opere d'arte.

Qualunque tipo di indagine deve essere preceduta da un attento esame visivo dell'opera, favorito dall'uso di lenti di ingrandimento o di microscopi ottici o anche di tecniche fotografiche sia di tipo tradizionale, sia in luce radente, come ad esempio nel caso di un dipinto; così oltre a catalogare il manufatto si può venire a conoscenza di eventuali zone sollevate, di distacchi ed evidenziare i diversi punti per prelievi corretti e mirati.

Nel nostro caso i frammenti prelevati sono stati, innanzitutto, selezionati al microscopio ottico (fig. 26) per la predisposizione di inclusioni in resina poliestere, che, opportunamente sezionate e lucidate, hanno permesso di definire la successione degli strati pittorici, ottenendo una completa documentazione fotografica ed una prima valutazione dei materiali presenti.

Le inclusioni sezionate e lucidate costituiscono un ottimo materiale sul quale è possibile effettuare una serie di analisi come l'osservazione e documentazione della fluorescenza alla luce ultravioletta, che permette di evidenziare la presenza di leganti organici differenziandoli per i diversi colori emessi, l'utilizzo di colorazioni istochimiche o di microanalisi.

L'osservazione e la documentazione delle sezioni stratigrafiche costituiscono poi un punto di partenza importante per le fasi successive delle indagini che potranno in modo



27. Il microscopio elettronico a scansione con microanalisi, (SEM-EDS), da noi utilizzato (foto Autore).

ottimale sfruttare strumenti versatili ed estremamente precisi, come ad esempio la microscopia elettronica.

Con il microscopio elettronico a scansione, SEM (fig. 27), si riescono ad avere innanzitutto ingrandimenti decisamente maggiori rispetto al microscopio ottico, fino a oltre 300000 volte, ottenendo comunque un'immagine molto dettagliata.

Le immagini che si ottengono sono di due tipi, dipendentemente dal rivelatore usato. In particolare, usando il rivelatore per elettroni secondari, si ottengono informazioni di tipo morfologico, mentre con rivelatore per elettroni retrodiffusi si hanno dati di tipo compositivo, cioè sulla costituzione chimica del campione.

Tali informazioni sono meglio ottenibili sfruttando i raggi X che il campione emette quando viene sollecitato dagli elettroni. È possibile ottenere delle analisi puntuali elementari semiquantitative, sia di aree che di punti, permettendo il riconoscimento dei diversi composti chimici presenti nelle stesure

Le informazioni che si ottengono con questa tecnica sono molte, soprattutto per i composti inorganici, mentre non si hanno indicazioni riguardanti gli eventuali prodotti organici.

Molto utile per questo tipo di indagini è la spettrofotometria infrarossa FTIR, applicabile anche allo studio di sostanze inorganiche, ma il cui uso più importante è quello dell'identificazione di quelle organiche.

Irradiando un campione con radiazione infrarossa, è possibile ottenere uno spettro caratteristico della sostanza che, confrontato con altri raccolti in varie banche dati specialisti-

28. Il microscopio collegato allo spettrofotometro FTIR (foto Autore).

che, permette di ottenere informazioni quasi decisive per il riconoscimento del campione in esame.

È indubbiamente molto efficace l'utilizzo di uno spettrofotometro cui sia accoppiato un microscopio, in modo da eseguire l'analisi in una zona selezionata di dimensioni molto ridotte, fino a misure di 10x10 μm, in questo modo si possono individuare le variazioni di composizione in uno stesso materiale.

Recentemente è anche disponibile un sistema con obiettivo a contatto che permette di individuare una zona di interesse, archiviandone l'immagine con una telecamera, ed analizzarla, appunto per contatto, utilizzando la tecnica ATR (Attenuated Total Reflectance) (fig. 28).

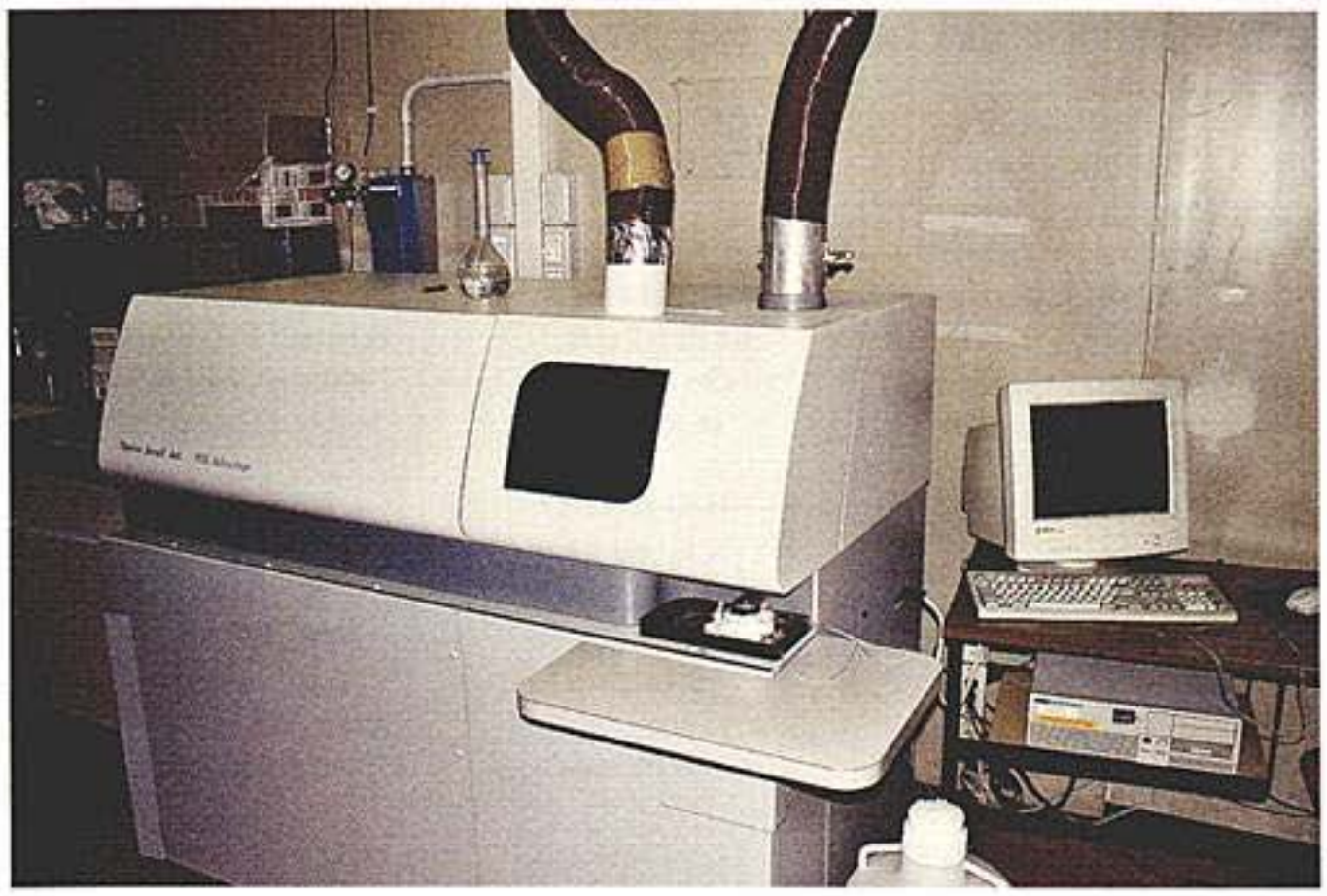
Un altro degli strumenti di vasto utilizzo nel settore è il diffrattometro a raggi X per polveri, XRD, che permette di ottenere in modo rapido, accurato e a volte unico, l'identificazione delle fasi cristalline di un materiale, cioè l'esatta composizione di una sostanza.

I diffrattogrammi ottenuti vengono confrontati con quelli di banche dati, ad esempio JCPDS (ICDD) riconosciute a livello mondiale, che permettono un'identificazione delle specie cristalline presenti nel campione in esame.

La quantità di sostanza necessaria può essere anche di pochi milligrammi con la limitazione che il campione deve avere natura cristallina (vanno esclusi quindi vetri, liquidi, certi polimeri eccetera). È possibile distinguere la dolomite dalla calcite, identificare chiaramente ossalati, nitrati, solfati, cloruri, carbonati, più o meno idrati, anche in miscele relativamente complesse. La Plattnerite (biossido di piombo), individuata nelle nostre indagini, è stata riconosciuta con questa metodologia analitica.

Il problema della conoscenza degli elementi chimici presenti in un composto (non di come sono tra loro combinati) può essere affrontato con un certo successo con la spettroscopia ad emissione a plasma induttivamente accoppiato (ICP).

Questa tecnica analitica, sfruttando l'emissione di luce caratteristica dagli stati elettronici eccitati degli atomi, permette di ottenere un'analisi quali- e quantitativa, in unica determinazione, degli elementi costituenti un campione che emettano nello spettro UV/Visibile. Oltre settanta elementi del sistema periodico possono essere determinati, e in ogni caso quasi tutti i metalli, anche in tracce (con concentrazioni di ppm e ppb). La registrazione simultanea dello spettro di emissione di tutti gli elementi presenti permette un'elaborazione dello stesso immediatamente o a distanza di tempo, consentendo una valutazione critica, anche dopo l'ac-



29. Lo spettrofotometro ad emissione a plasma accoppiato induttivamente (ICP) (foto Autore).

quisizione di altri parametri riguardanti il campione in esame (fig. 29).

Tale tecnica prevede l'utilizzo di pochi mg di campione che sono portati in soluzione. La solubilizzazione a volte è laboriosa e costituisce il principale limite di tale metodologia analitica.

La cromatografia, nelle varie specializzazioni, è un'altra tecnica analitica molto utilizzata nel campo dei Beni Culturali. Essa si basa sulla diversa velocità di movimento dei componenti una miscela in soluzione quando sono posti a contatto con substrati (sostanze) diversi presenti in una colonna cromatografica; vi è, cioè, un'interazione tra la fase mobile contenete il campione e la fase stazionaria di cui è costituita la colonna.

La Cromatografia Ionica (IC), e la più sofisticata High-Performace Liquid Chromatography (HPLC), permettono di separare e determinare quantitativamente, ad esempio, gli ioni di sali solubili presenti in una soluzione iniettata in una colonna cromatografica opportuna; in questo caso si utilizza un detector (rivelatore) a conducibilità. In aggiunta, con la tecnica HPLC è possibile separare e determinare sostanze polimeriche, macromolecole e sostanze labili naturali.

Le tecniche fin qui descritte sono quelle più frequentemente utilizzate e da noi impiegate nella maggior parte delle problematiche che ci si presentano.

La tabella sintetica che segue propone una rassegna delle principali metodologie, dei principi su cui si basano, delle loro applicazioni e limitazioni, ed offre un'idea delle ampie possibilità fornite dai mezzi strumentali a disposizione.

Occorre tuttavia sottolineare che i limiti maggiori deriva-

Tecniche analitiche di particolare interesse nel campo dei beni culturali

METODO	APPLICAZIONI E UTILITÀ	FENOMENI MOLECOLARI	QUANTITÀ DI CAMPIONE	LIMITAZIONI
OM	MICROSCOPIA OTTICA Osservazioni, misurazioni e letture stratigrafiche. Documentazioni fotografiche. Colorazioni istochimiche Fluorescenza UV.	Utilizzo delle radiazioni nel visibile. Interazioni tra radiazioni UV e materiali soprattutto organici con fenomeni di fluorescenza nel visibile.	Da pochi mg sia in polvere che inclusi in resina.	Sensibilità limitata, si hanno solo limitate informazioni sulla natura dei materiali.
FTIR	SPETTROFOTOMETRIA INFRAROSSA Determinazioni strutturali, identificazione di composti organici ed inorganici, individuazione di gruppi funzionali.	Eccitazione di vibrazioni molecolari prodotte dall'assorbimento di onde elettromagnetiche.	Da pochi mg a mg, se accoppiato ad un microscopio permette di analizzare un'area di 10x10 mm.	Sensibilità media, non si hanno informazioni sulla dimensione delle molecole. Non sono utilizzabili le soluzioni acquose.
IC	CROMATOGRAFIA IONICA Identificazione di anioni e cationi in soluzione acquosa.	Scambio ionico con i gruppi attivi della fase stazionaria.	mg.	Nessuna.
SEM-EDS	MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE CON MICROANALISI Informazioni sulla morfologia e topografia superficiale di campioni solidi. Analisi elementare puntuale, "mappatura chimica" della zona in esame.	Urti elastici ed anelastici di un fascio elettronico con la superficie del campione.	Da micro quantità a campioni massivi.	Si analizzano, in modo semiquantitativo, elementi con numero atomico uguale o superiore ad 11 (sodio) I campioni solidi non devono alterarsi o decomporsi sotto vuoto. Ingrandimenti da 20x a >300000x.
ICP	SPETTROSCOPIA DI EMISSIONE A PLASMA Analisi chimica qualitativa e quantitativa degli elementi che emettono nello spettro UV/Visibile. Ottima sensibilità per quasi tutti i metalli anche in tracce.	Emissione di radiazione specifica dagli stati elettronici eccitati degli atomi.	mg.	Limitata sensibilità per gli alogeni. A volte elaborata preparazione del campione (che deve essere solubilizzato).
XRD	DIFFRAZIONE A RAGGI X PER POLVERI Identificazione di composti solidi, dimensioni dei cristalliti, cambiamenti di fase e di cristallinità. Distinzione tra isomeri, polimorfi, strutture differentemente idrate.	Diffrazione di raggi X da parte di piani cristallografici di sostanze cristalline.	Da 7-800 mg fino a pochi mg (anche meno di 1 mg con particolari portacampioni).	Campioni cristallini non amorfi (esclusi vetri, liquidi, polimeri amorfi).
GC/MS	GAS CROMATOGRAFIA CON SPETTROMETRIA DI MASSA Identificazione ed analisi, anche di miscele, di sostanze organiche.	Vengono accoppiate l'efficacia nella separazione della GC e la sensibilità e la specificità della spettrometria di massa.	mg.	Non sempre identifica gli isomeri.
HPLC	CROMATOGRAFIA LIQUIDA AD ALTE PRESTAZIONI Tecnica di separazione per sostanze più o meno volatili e ioniche. Analisi quantitativa di miscele.	Distribuzione tra liquido (soluzione) e substrato (colonna).	Nessuna limitazione.	Tempi di lavoro lunghi.

no dalla mancanza oggettiva della disponibilità di dati su materiali e tecniche utilizzati ed alterazioni riscontrate nei vari interventi, che dovrebbero invece essere raccolti, archiviati e messi a disposizione di quanti devono compiere indagini od azioni sulle opere d'arte.

Questo tipo di archivio deve necessariamente essere sollecitato e coordinato dagli organismi nazionali che hanno competenza ed autorità nel campo dei beni culturali, cioè le Soprintendenze.

A nostro avviso una collaborazione interdisciplinare molto più stretta e costruttiva tra storici, restauratori e scienziati sarà sempre più indispensabile ed inevitabile, pena un sicuro dispendio di energie con risultati parziali, ripetitivi, spesso inutili.

NOTA BIBLIOGRAFICA

1. E. W. FITZHUGH, *Red Lead and Minium*, in *Artists 'Pigments'*, vol. 1, (1986), p. 109.
   P. BENSI, *La pellicola pittorica nella pittura murale in Italia: materiali e tecniche esecutive*, in " Le pitture murali", Firenze (1990), p. 76.

GLI AFFRESCHI ABSIDALI DELLA BASILICA DI AQUILEIA: TECNICA PITTORICA, STATO DI CONSERVAZIONE E PROPOSTA D'INTERVENTO CONSERVATIVO

GUIDO BOTTICELLI

Premessa

Il restauro, se inteso come procedimento scientifico, ossia eseguito in modo critico ed obiettivo, costituisce un importante momento metodologico di confronto e di ricerca complementare fra le diverse professionalità che collaborano all'intervento, rivelandosi immancabilmente un atto fondamentale per l'approfondimento della conoscenza globale di un'opera d'arte. Così concepito l'intervento di restauro diventa un'occasione straordinaria per ricostruire le vicissitudini storiche di un manufatto artistico ed ottenere una corretta e completa lettura dell'opera in esame, approfondendone i legami con contesti culturali più ampi. Le indagini condotte contemporaneamente da professionalità diverse consentono, inoltre, un ampio raggio di ricerca indispensabile al fine di valutare le migliori scelte operative e la metodologia d'intervento più idonea.

Per facilitare l'acquisizione sistematica e precisa di tutti gli elementi conoscitivi ricavabili dal manufatto e favorirne lo studio comparato, si rivela di fondamentale importanza l'apporto della fase progettuale relativa all'intervento. L'elaborazione di un progetto di restauro consiste in un'anamnesi completa e approfondita non solo dell'opera d'arte – analisi della tecnica pittorica, dei restauri e delle modificazioni storiche del manufatto, dello stato di conservazione e dei fattori che ne determinano il degrado – ma anche del suo "contenitore" e del territorio di cui è parte integrante. Si tratta, quindi, di uno strumento di studio che dovrebbe sempre precedere le operazioni di restauro vere e proprie, in modo da facilitare la formulazione di una corretta diagnosi e l'elaborazione della metodologia di restauro più idonea alla situazione in indagine, tenuto conto di tutte le variabili del caso, a breve e a lungo termine.

Affinché si riveli efficace ricavando, attraverso lo studio comparato dei diversi dati, il massimo delle informazioni necessarie alla comprensione dell'opera, è indispensabile che il progetto si sviluppi dal dialogo e dal confronto aperto e co-

struttivo di professionalità diverse quali lo storico dell'arte, il geologo, il chimico, il biologo, il restauratore. Quest'ultimo, in particolare, all'interno del progetto assume una fisionomia estremamente articolata e complessa. A lui, infatti, oltre all'analisi della tecnica d'esecuzione e dello stato di conservazione dell'opera, è demandato il coordinamento e l'utilizzo dei dati raccolti al fine di elaborare la metodologia d'intervento più idonea. Per questo motivo il restauratore deve proporsi sempre più spesso come una figura d'alto livello professionale e multidisciplinare, capace di dialogare e di confrontarsi con le professionalità con cui collabora.

È a questo scopo che abbiamo intrapreso con gli studenti della Scuola di villa Manin a Passariano il progetto per il restauro degli affreschi della basilica di Aquileia: non soltanto in funzione di un eventuale intervento conservativo, ma soprattutto per mostrare agli allievi e futuri restauratori, oltre che alle istituzioni, le modalità con cui si affronta uno studio "globale" dell'opera d'arte e l'efficacia e i vantaggi di questo strumento conoscitivo. Il progetto ci ha consentito di analizzare le antiche pitture del catino absidale in tutta la loro complessità materica, artistica, storica e documentaria, incamerando una serie di dati molto preziosi qualora si dovesse presentare la necessità di un intervento. Mi auguro quindi che quest'esperienza possa costituire un piccolo esempio di metodo e un modello esemplificativo per un corretto approccio nei confronti dell'opera d'arte e della sua conservazione: un esempio da proporre alle istituzioni affinché in futuro con questo criterio sia possibile la programmazione di un piano di tutela per tutto il nostro patrimonio artistico e culturale.

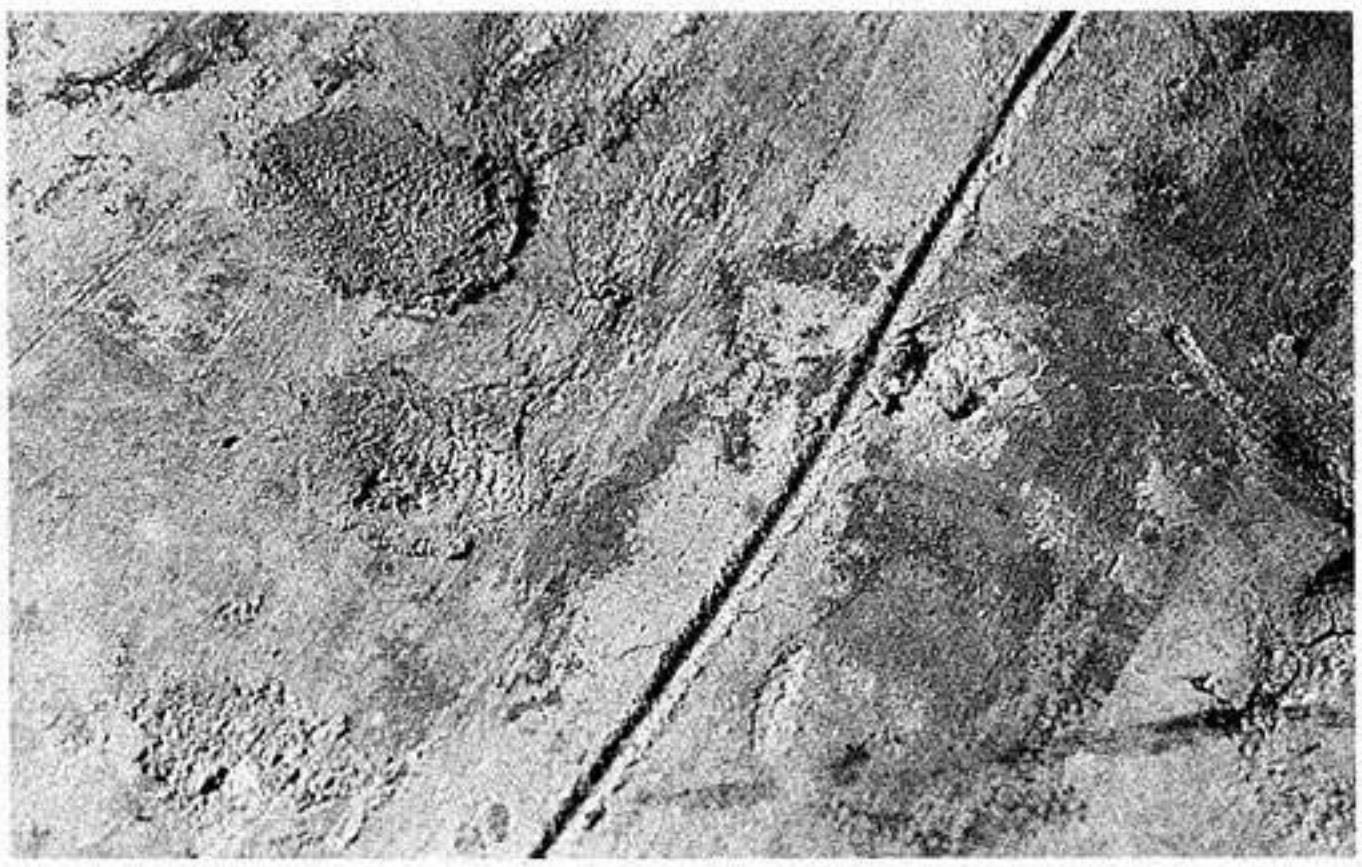
Tecnica pittorica degli affreschi absidali

Le pitture murali del catino absidale della basilica di Aquileia svolgono un programma iconografico estremamente complesso e interessante. Al centro è rappresentata la *Madonna in trono con il Bambino*, circondata dai simboli dei quattro Evangelisti. La Vergine, titolare della chiesa, è accompagnata a destra dai santi aquileiesi Ermagora, Fortunato ed Eufemia, tra i quali sono rappresentati, in dimensioni minori, l'imperatore Corrado II il Salico, sua moglie Gisella e il principe Enrico. A sinistra sono i santi Marco, Ilario e Taziano, davanti ai quali è rappresentato in scala ridotta il patriarca Poppone mentre presenta il modellino della sua chiesa assieme ad un altro personaggio non bene identificato. Completa la decorazione del catino il doppio fregio con gemme e perle e l'elegante fascia con teste di fanciulli entro

Grafico 1. Tecnica pittorica (elab. Maresia, Zambon).

cornici cuoriformi e pavoni variopinti in medaglioni circolari. Sulla parete sottostante è una teoria di otto figure di martiri con corona e croce, disposti nello spazio tra le finestre. La decorazione dell'abside termina nei registri inferiori con un'iscrizione relativa alla fondazione e consacrazione della basilica, seguita da una fascia con specchiature a finti marmi.

La parete del catino absidale è costituita da una struttura muraria a conci di pietra disposti a filaretti orizzontali. Con molta probabilità, prima di eseguire l'intonaco pittorico la muratura è stata preventivamente rinzaffata in modo da uniformare la superficie. Non si tratta, però, di un vero e proprio strato d'arriccio, in quanto lo spessore della malta è assolutamente irrilevante, come si deduce dal fatto che in alcuni punti emergono le masse dei conci del muro, mentre l'andamento della struttura muraria risulta ben leggibile sia a luce diretta che a luce radente (fig. 1).



1. Il supporto murario degli affreschi del catino absidale è costituito da una struttura a conci di pietra preventivamente rinzaffata in modo da uniformare la superficie prima della stesura dell'intonaco pittorico. Lo spessore della malta è tanto esiguo, come si deduce attraverso la fotografia a luce radente, al punto da consentire una chiara lettura dell'andamento della struttura muraria sottostante.

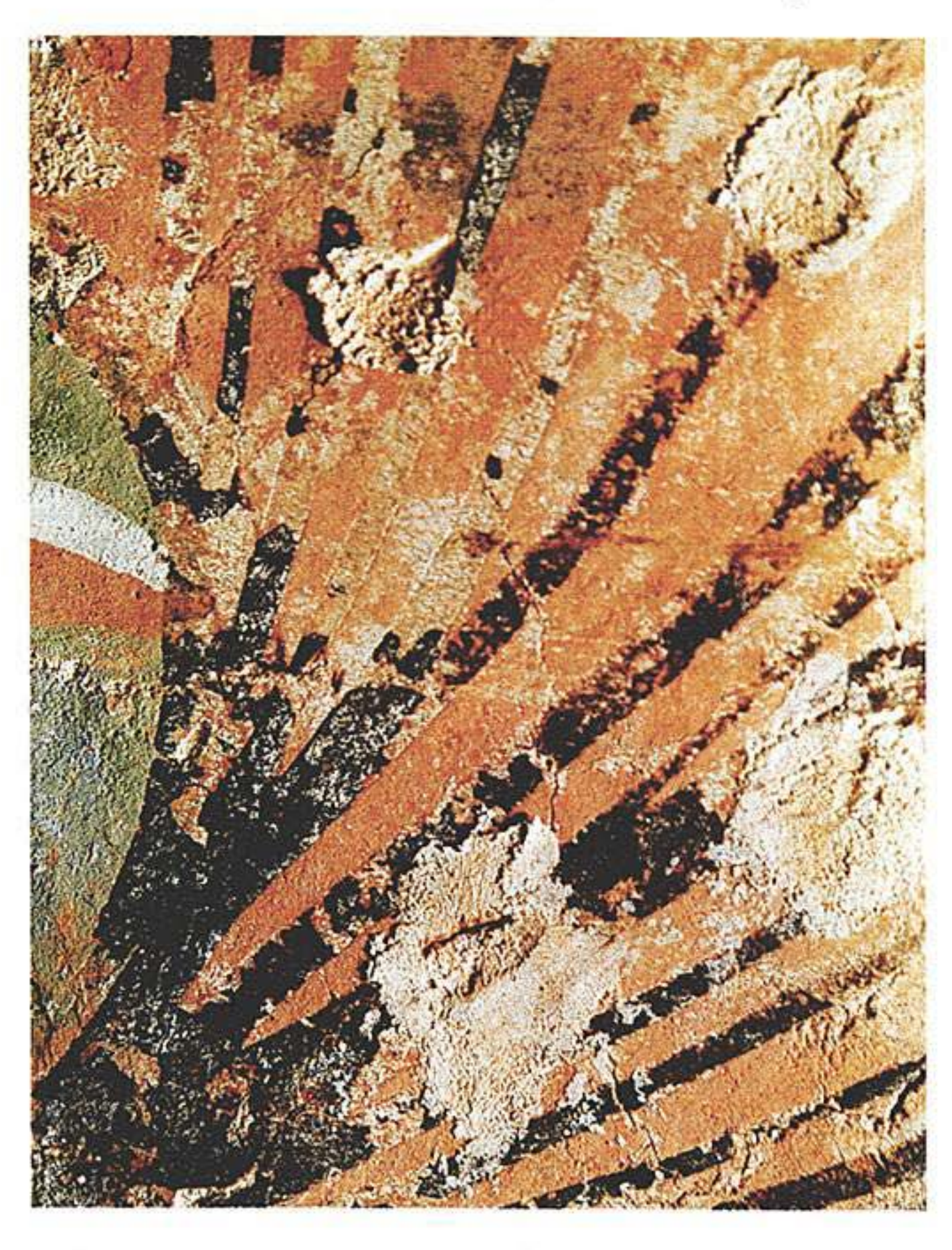
2. La foto mostra un esempio di incisione diretta sull'intonaco pittorico, forse eseguita con la punta della cazzuola.

L'intonaco pittorico, molto sottile, è costituito da calce e sabbia ed è stato steso con la cazzuola in modo veloce e approssimativo, senza porre particolare cura nel lisciare la superficie. L'inerte della malta è costituito in prevalenza da sabbia carbonatica di fiume (93%), come si deduce dall'osservazione della forma rotondeggiante dei granuli, e da una bassa percentuale di sabbia silicea (7%), senza materiale idraulico[1]. Dai risultati delle analisi chimiche, nell'impasto della malta è stata individuata la presenza di fibra vegetale, usata talvolta per ritardare il processo di asciugatura dell'intonaco[2].

La stesura della malta è cominciata verosimilmente dall'alto ed è proseguita per pontate[3] molto ampie verso il basso, come è d'uso nella tecnica della pittura murale. Tuttavia le commettiture tra le diverse pontate risultano ben eseguite e quindi difficilmente individuabili al di sotto del colore, impedendo un'interpretazione più attendibile della tecnica esecutiva. La difficoltà è accresciuta dal fatto che non si sono riscontrate tracce di buche pontaie[4], le quali probabilmente sono state accuratamente tamponate a mano a mano che il ponteggio veniva demolito per dipingere le porzioni di parete sottostanti.

Le pitture risultano eseguite con una tecnica rapida e veloce su un intonaco ormai in avanzata fase d'asciugatura, utilizzando colori naturali – terre e ossidi – stemperati in bianco di calce. Tuttavia, le particolari condizioni termoigrometriche della basilica, in particolare l'alto livello di umidità costantemente presente[5], devono aver favorito un lento processo di carbonatazione, che ha conferito alla pittura certe caratteristiche di resistenza e luminosità tipiche della tecnica in affresco[6], consentendone la conservazione nonostante le traversie e le vicissitudini a cui è stata soggetta nel tempo.

Non è stata riscontrata la presenza di sinopia[7], mentre il disegno preparatorio risulta tracciato con terra rossa direttamente sull'intonaco pittorico. Pochi i segni d'incisione diretta, i quali sono distinguibili in tre tipologie diverse a seconda dello strumento adottato per realizzarle. La prima presenta solchi larghi e dai bordi arrotondati che fanno pensare all'utilizzo della cazzuola usata di punta: questo tipo d'incisione definisce con tratti brevi e ad intervalli regolari il volume della mandorla che sostiene la Madonna e i contorni del Vangelo del leone di San Marco (fig. 2). Le altre due tipologie sono state riscontrate nella fascia decorativa attorno alla calotta absidale in corrispondenza dei decori a piume di pavone e degli elementi rotondi del fregio. Nel primo caso si riscontra un'accurata definizione dei contorni eseguiti verosimilmente con uno stilo di metallo molto sottile; inoltre, vista la ripetizione



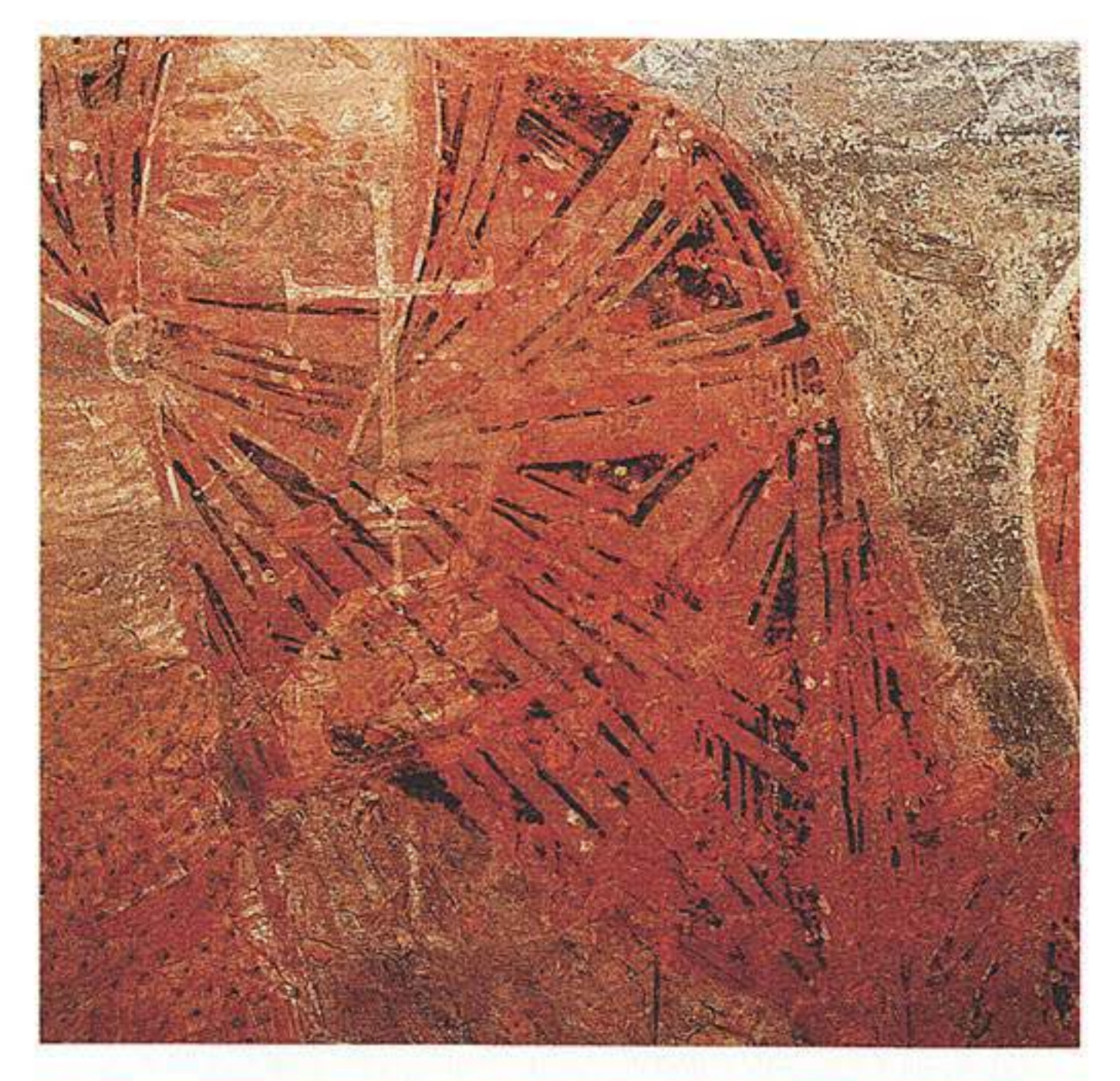
3. Particolare del motivo decorativo a forma di piuma di pavone. E' stata individuata la presenza di una leggera incisione diretta sull'intonaco pittorico dovuta all'uso di una punta metallica. Trattandosi di un motivo decorativo ripetitivo, si è ipotizzato l'utilizzo di un cartone per il riporto del disegno.

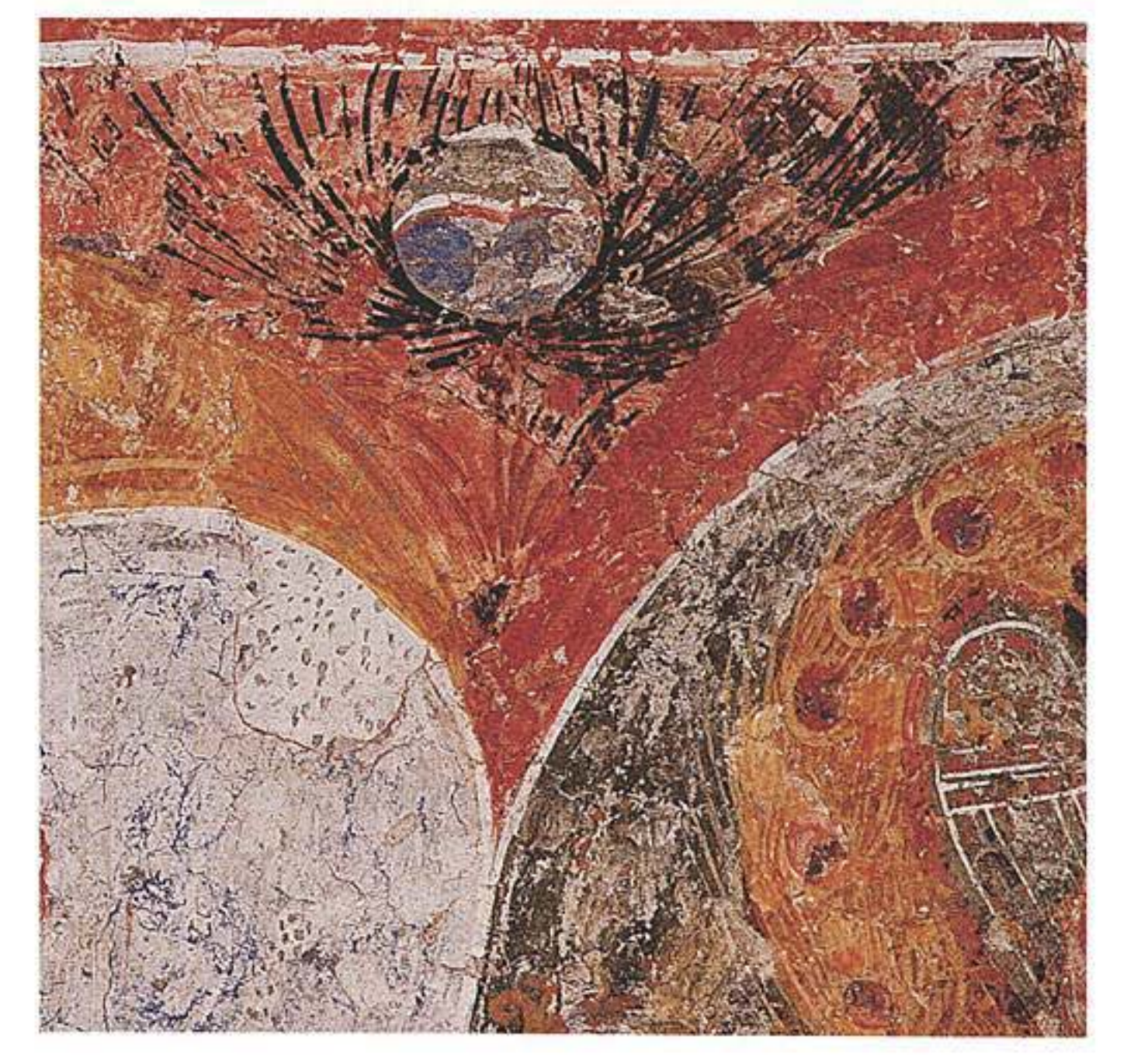
4. La caduta del colore ha messo in evidenza le tracce del disegno diretto sull'intonaco pittorico.

seriale ed accurata di questo motivo decorativo, è stato ipotizzato l'uso di un mezzo simile al cartone per il riporto del disegno (fig. 3). L'incisione con compasso è servita invece per definire i contorni dei tondi del fregio decorativo[8].

La composizione è inquadrata e definita geometricamente per mezzo della battitura di una corda imbevuta di colore rosso. Il segno è ancora visibile al centro del catino e della mandorla, laddove le stesure di colore si presentano abrase e lacunose, lasciando in vista il disegno preparatorio sottostante (fig. 4).

Lo sfondo del catino è stato realizzato con grandi campiture orizzontali di colore unito applicato a fresco. Partendo dall'alto si individuano una fascia verde mare, sulla quale si stagliano le nuvole bianche, una fascia azzurra in corrispondenza delle teste delle figure ed altre due campiture rispettivamente di color mattone e giallo ocra. I contorni dei personaggi sono tracciati con un disegno rapido ma preciso, nascosto in seguito dai colori stemperati in bianco di calce. I dettagli ed i particolari decorativi risultano invece rifiniti completamente a secco, così come le lumeggiature dei panneggi e degli incarnati. Molte di queste rifiniture non sono più apprezzabili, essendo in gran parte scomparse (figg. 7-8).





5-6. Particolari del panneggio di un manto e del motivo decorativo a "piuma di pavone". Su gran parte dei panneggi e sui particolari decorativi sono state identificate numerose pennellate di colore nero dovute ad un'alterazione di un pigmento a base di piombo, quasi sicuramente minio. Le fitte e sottili stesure, infatti, in origine creavano delle lumeggiature che si sono in seguito alterate, invertendo i rapporti tonali della pittura.

7. La foto a luce radente evidenzia le sovrapposizioni delle pennellate corpose e ricche di colore stemperato in bianco di calce.

8. Il pittore dipinge su un intonaco ormai in avanzata fase di asciugatura e per sovrapposizione di colori, definendo i massimi chiari con stesure di bianco di calce. Il degrado che si manifesta con l'esfoliazione delle stesure di colore mette in evidenza questa particolare tecnica d'esecuzione.

Attraverso le analisi chimiche sono stati individuati i principali colori impiegati: terra verde, terra rossa e ocra gialla. Per gli incarnati è stato utilizzato il litargirio (giallo di piombo), forse mescolato a bianco d'ossa, mentre per quanto riguarda gli azzurri, l'analisi stratigrafica ha evidenziato che l'originale blu oltremare naturale, forse mescolato ad un le-

gante proteico, è rimasto sulla superficie solo in minime percentuali. Il colore ora presente è invece un blu oltremare artificiale, sicuramente steso nel corso di un intervento di restauro recente, forse quello del 1921[9].

Rimane ancora da chiarire con certezza la natura di numerose pennellate di colore nero, localizzate soprattutto sui panneggi rossi o su piccoli particolari decorativi. In base ai dati sin ora emersi dalle analisi, l'ipotesi più probabile è che si tratti di lumeggiature eseguite con un pigmento a base di piombo, quasi sicuramente minio[10], che con il tempo si è alterato invertendo i rapporti tonali. Le fitte e sottili pennellate, più chiare rispetto alla campitura di fondo, che avevano originariamente il compito di individuare i volumi e la resa plastica dei panneggi, si sarebbero quindi trasformate in biossido di piombo, ossia in un colore scuro che ha alterato completamente la cromia originale (figg. 5-6). Si esclude invece la possibilità che si tratti di biacca[11], in quanto tutti i bianchi risultano essere stati eseguiti con carbonato di calcio[12]. Anche il grigio localizzato nel catino absidale su alcune vesti e sulla fascia decorativa che corre al di sotto della mandorla sembra essere il risultato dell'alterazione di un colore.

Modifiche strutturali e vecchi restauri

L'analisi stratigrafica degli intonaci della fascia basamentale, decorata a riquadri a finto marmo e candelabre, ci ha permesso di individuare numerose modificazioni degli intonaci pittorici, alcune delle quali avvenute addirittura non molto tempo dopo l'esecuzione degli affreschi e dovute, probabilmente, al fatto che l'originale decorazione era qui soggetta a sfregamento e abrasione. Alcune parti del fregio risultano rifatte e le lacune reintegrate con malta a base di calce e sabbia (grafico 2).

Nel corso della seconda metà del 1200, come si deduce da considerazioni paleografiche, venne rinnovata la scritta dedicatoria, quasi sicuramente riprendendo in maniera fedele il testo popponiano. Al XIV secolo risale invece il rifacimento della porzione d'affresco che corre sotto le figure dei martiri, corrispondente al fregio a fogliami che fu di conseguenza martellinato per consentire, al di sopra, la stesura di un nuovo intonaco pittorico. È probabile che questo intervento sia da ricondurre a quella serie di lavori che interessarono la basilica in seguito ai terremoti del 25 gennaio 1348 e del 19 ottobre dello stesso anno. Le pitture sovrapposte rappresentavano storie di santi caratterizzate da un vivace gusto narrati-

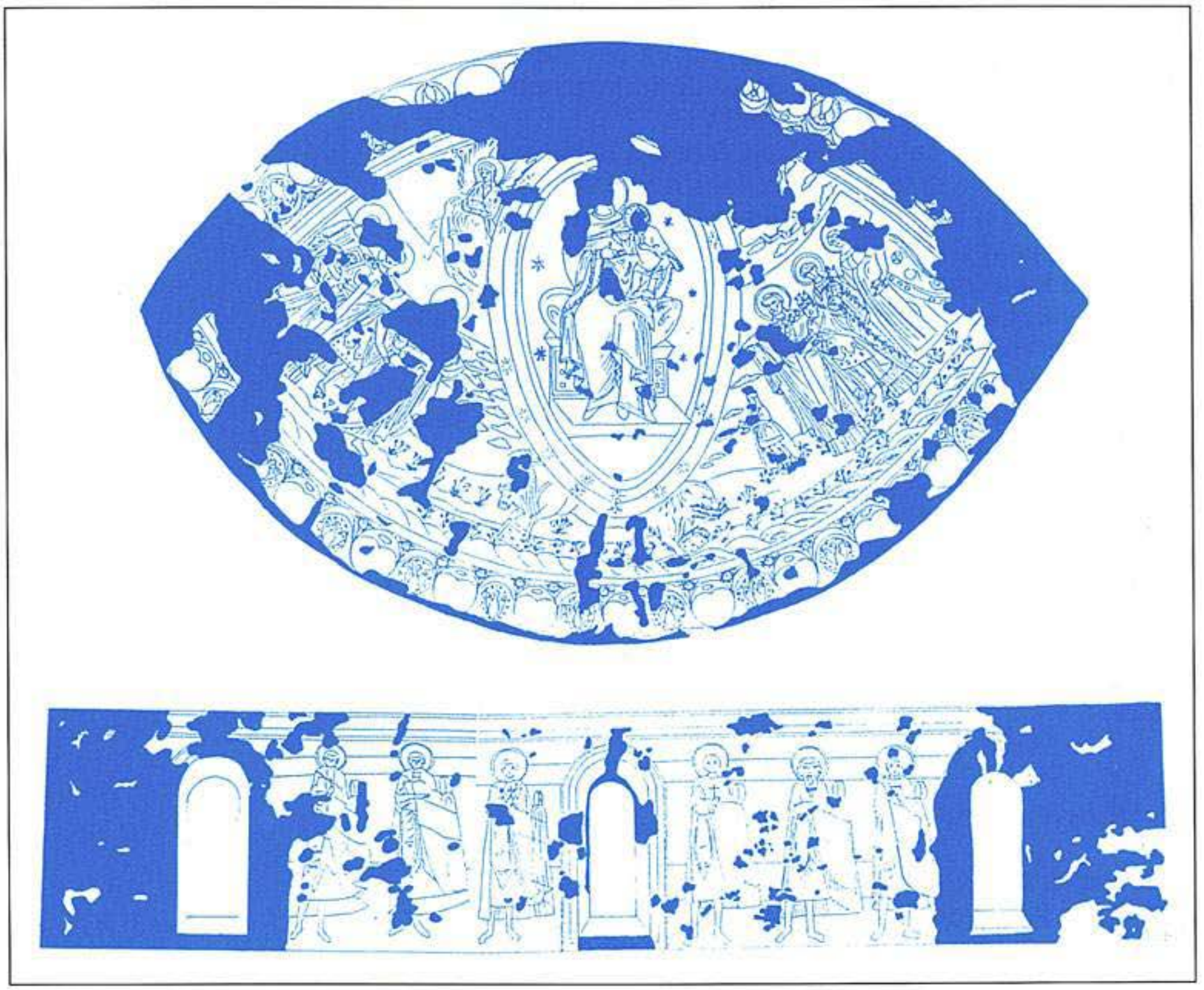
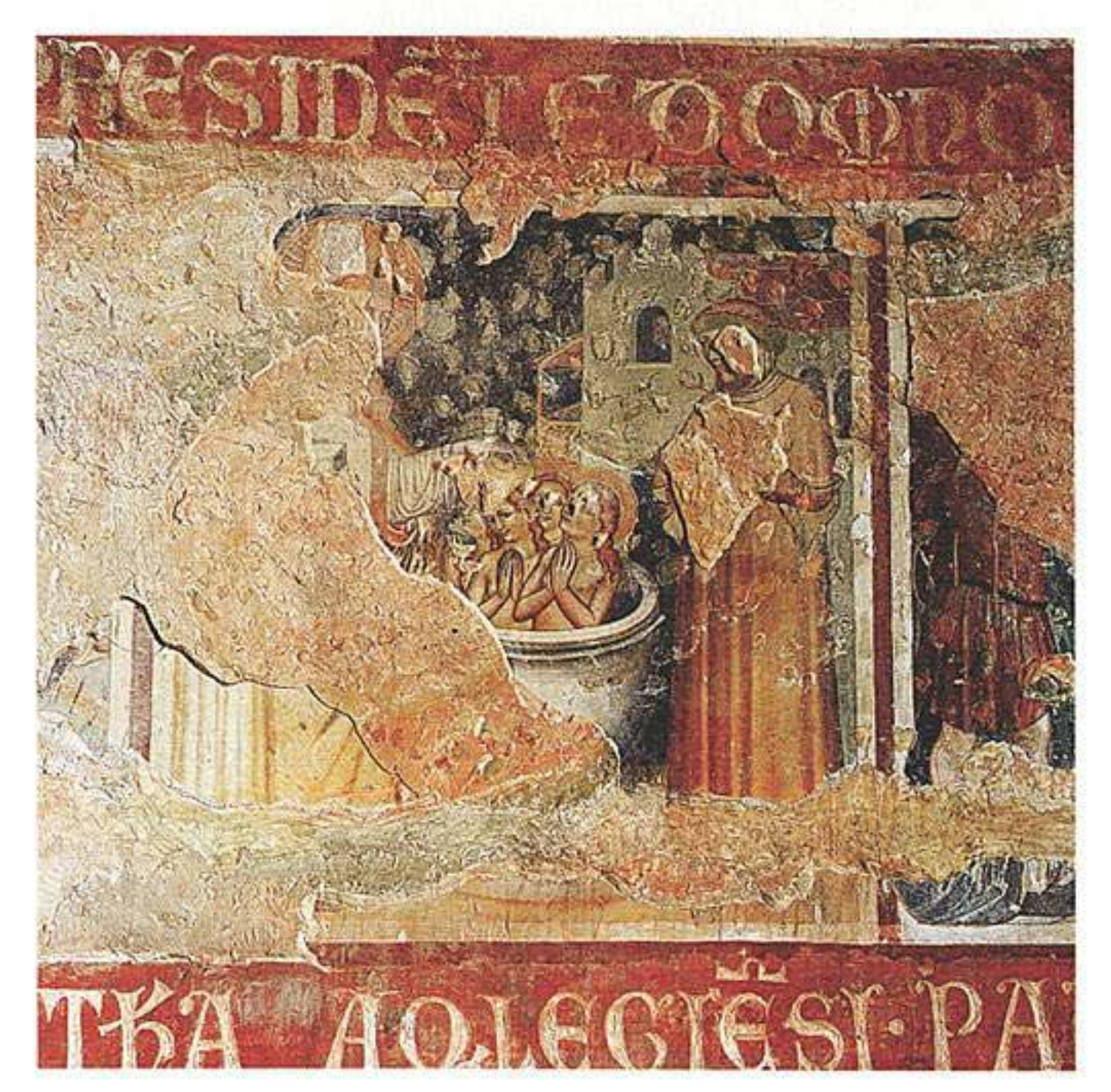


Grafico 2. Rifacimenti di intonaco eseguiti in passato (elab. Maresia, Zambon).

vo e si trovano oggi in stato estremamente frammentario (figg. 9-11). Ulteriori modifiche della zona absidale risalgono all'inizio del Cinquecento, quando fu chiusa la finestra centrale per consentire la collocazione di una grande ancona dipinta da Pellegrino da San Daniele (1500-1503).

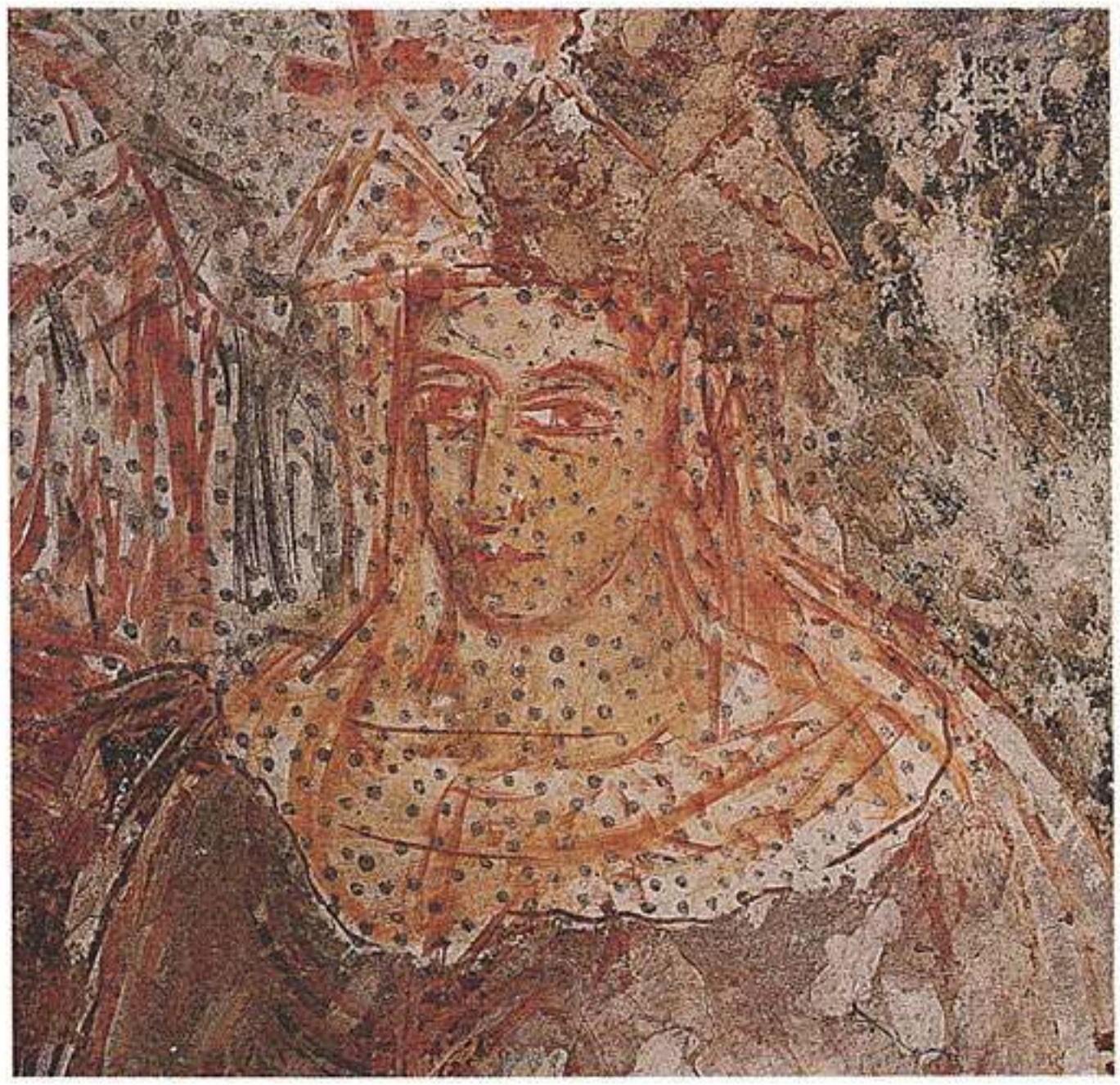
In seguito alla deliberazione del 22 giugno 1726, nel 1733 le pitture del catino furono sostituite con un nuovo affresco eseguito dal pittore friulano Matteo Furlanetto e rappresentante l'*Assunzione della Vergine*. Fortunatamente il rifacimento non comportò la distruzione dell'antico ciclo pittorico popponiano, che fu però scialbato e ampiamente martellinato per permettere la sovrapposizione e l'ancoraggio del nuovo intonaco e della decorazione in stucco che circondava l'affresco settecentesco. Nel corso di questi lavori si procedette anche alla modificazione delle due finestre laterali cui fu data forma rettangolare con riquadro e cornice in stucco.

Nel 1896 l'affresco e le decorazioni del Furlanetto furono demoliti per riportare alla luce la pittura originale. L'azione di descialbo, eseguita con mezzi meccanici, comportò la caduta dei colori più deboli sottostanti soprattutto quelli delle ultime stesure a bianco di calce e delle rifiniture a secco. Fu-



9. La foto mostra un rifacimento dell'antica porzione d'affresco che corre sotto le figure dei martiri. Il rifacimento, oggi molto frammentario, dovrebbe risalire al XIV secolo e rappresenta storie di santi caratterizzate da un vivace gusto narrativo.

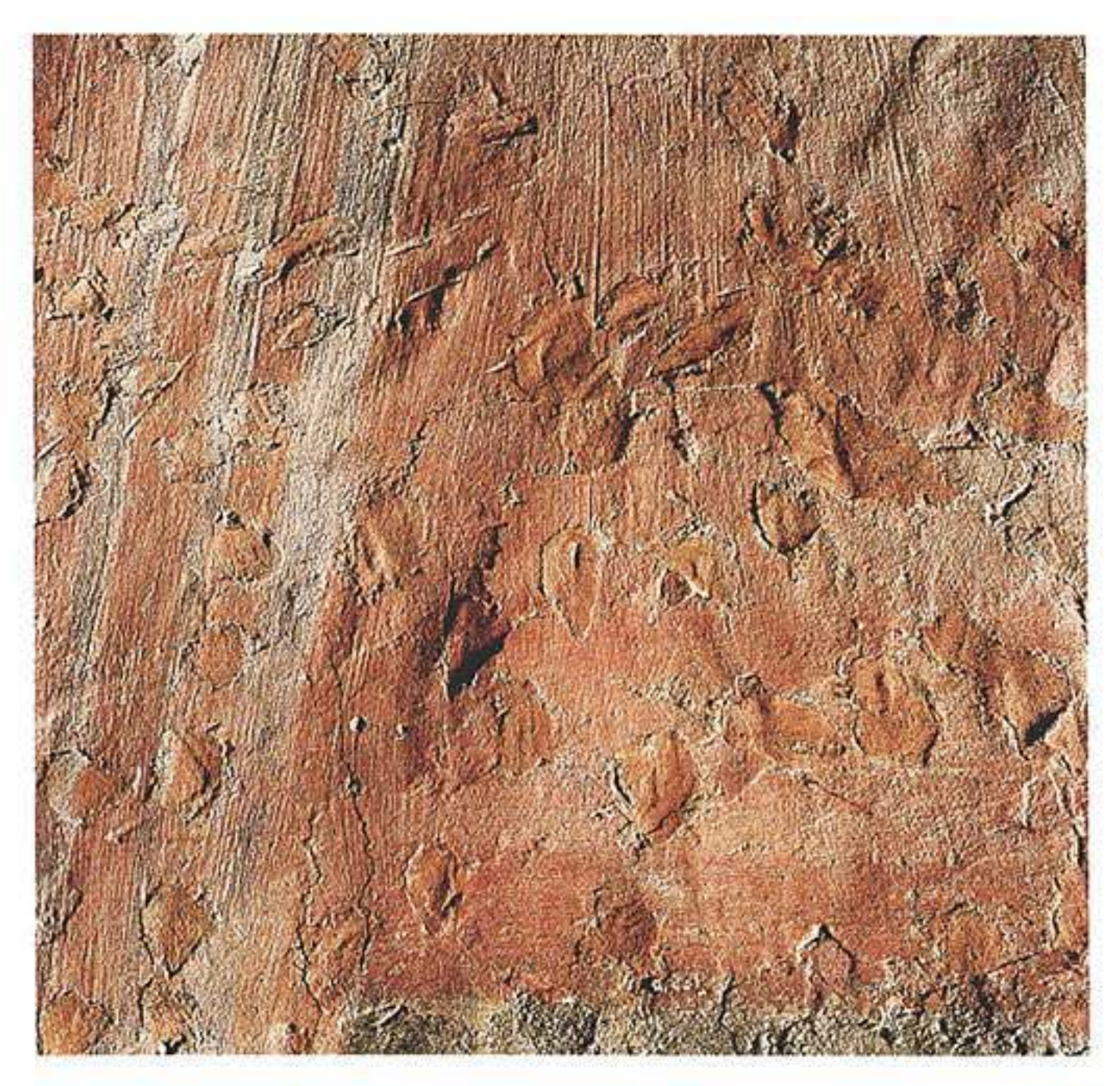
10-11. Nel corso della seconda metà del 1200 venne rinnovata la scritta dedicatoria, quasi sicuramente riprendendo in maniera fedele il testo popponiano. I dettagli mostrano la sovrapposizione degli intonaci e l'iscrizione di rilevante spessore eseguita a bianco di calce.



12. Durante l'intervento di restauro del 1921 le ampie lacune di intonaco pittorico furono reintegrate matericamente e pittoricamente. La foto mostra una metodologia di reintegrazione pittorica che si basa sulla ricostruzione del disegno ad imitazione dell'originale. Si tratta di un intervento particolarmente grossolano giustificabile solo per il grave stato frammentario e mutilo in cui versava la pittura.

rono comunque mantenute *in loco* le cornici in stucco e la conformazione settecentesca delle finestre, così come gli stalli lignei del coro e la pala di Pellegrino da San Daniele. Al termine delle operazioni di recupero l'affresco si presentava estremamente lacunoso: mancavano le teste della Madonna e del Bambino, frammenti di figure, vesti, fregi e ornamenti.

Nel 1921 venne programmato ed effettuato un intervento di restauro per conto dell'Ufficio delle Belle Arti per La Venezia Giulia[13]. In quest'occasione furono rimossi gli stucchi e le cornici settecentesche, ripulendo le pitture da ogni residuo di calce o di malta non originale. Non siamo a conoscenza degli strumenti e dei prodotti utilizzati per l'intervento di pulitura: l'analisi visiva del testo pittorico ci ha fatto comunque supporre l'uso di sostanze acide in quanto sono riscontrabili sulla superficie del dipinto tracce d'accidentali colature con evidente abrasione della pellicola pittorica. Le piccole, ma fitte lacune provocate dalla martellinatura settecentesca furono ristuccate su tutta l'estensione dell'affresco. Consolidamenti fra gli strati e in profondità furono eseguiti facendo riaderire al supporto i sollevamenti del film pittorico e fissando gli intonaci per mezzo di fermature metalliche: in quell'occasione furono utilizzati chiodi con rondelle in rame e chiodi di ferro (quest'ultimi in percentuale nettamente inferiore) che hanno



13. La foto a luce radente evidenzia le fitte tracce di martellinatura reintegrate matericamente e pittoricamente durante il restauro del 1921. Le stuccature furono realizzate in modo non molto accurato, al punto che, molto spesso, sormontano la pittura originale.

14. Sulla parete sotto al catino absidale, il fissativo steso durante l'ultimo intervento si è alterato, imbiancando uniformemente la superficie pittorica. Le stuccature, tuttavia, hanno subito una modificazione cromatica differenziata rispetto all'intonaco originale, e sono oggi nettamente distinguibili.

15. Particolare di una chiodatura con rondella utilizzata in passato per fermare gli intonaci distaccati dal supporto murario.

svolto un'ottima funzione di fissaggio e consolidamento della pittura fino ai nostri giorni (fig. 15).

Relativamente all'integrazione pittorica, la scelta metodologica intrapresa nel 1921, sebbene drastica, fu motivata da precise considerazioni funzionali e di presentazione estetica. Nonostante l'etica professionale suggerisse un intervento prettamente conservativo senza reintegrazioni ed aggiunte, l'estremo stato frammentario e mutilo del ciclo pittorico ne impediva un corretto apprezzamento e, soprattutto, non si confaceva alla dignità e all'importanza della basilica che lo ospitava. Fu dunque stabilito di lasciare i frammenti nel loro stato originario, integrando a neutro le martellinature e rifacendo le parti mancanti ad imitazione dell'originale. Nonostante la volontà di rendere i rifacimenti facilmente distinguibili dall'originale, il criterio usato non fu sempre coerente ed uniforme. In genere le lacune di grosse dimensioni furono reintegrate pittoricamente e poi distinte mediante una fitta punteggiatura grigia[14]. Talvolta invece incontriamo lacune con integrazioni formali riconoscibili solo per il tono leggermente ribassato della pittura rispetto all'originale. In ogni caso le integrazioni pittoriche furono eseguite a tempera e sono quindi facilmente rimovibili con una semplice pulitura ad acqua (fig. 12).

Per il rifacimento degli intonaci fu usata una malta a base di calce e polvere di marmo. La stuccatura delle lacune provocate da martellinature – di colore giallo tenue e localizzata nella parte alta del catino absidale – fu invece eseguita con calce e polvere di pietra. La stesura della malta è sommaria nella zona del catino, mentre risulta più accurata nella parete semicilindrica al di sotto della cornice aggettante. Di fatto tutte le stuccature sono effluenti rispetto al margine della lacuna e quindi vanno a nascondere e coprire parte della pittura originale (fig. 13).

In occasione del medesimo intervento venne anche riaperta la finestra centrale, precedentemente tamponata, mentre le aperture laterali furono rimodellate nella forma originaria testimoniata dalla finestra centrale. In seguito furono rimossi gli stalli, recuperando in tal modo l'iscrizione di consacrazione della chiesa. Non tutte le lettere furono ritrovate integre, ma grazie ad una copia fatta nel Settecento poterono essere facilmente reintegrate.

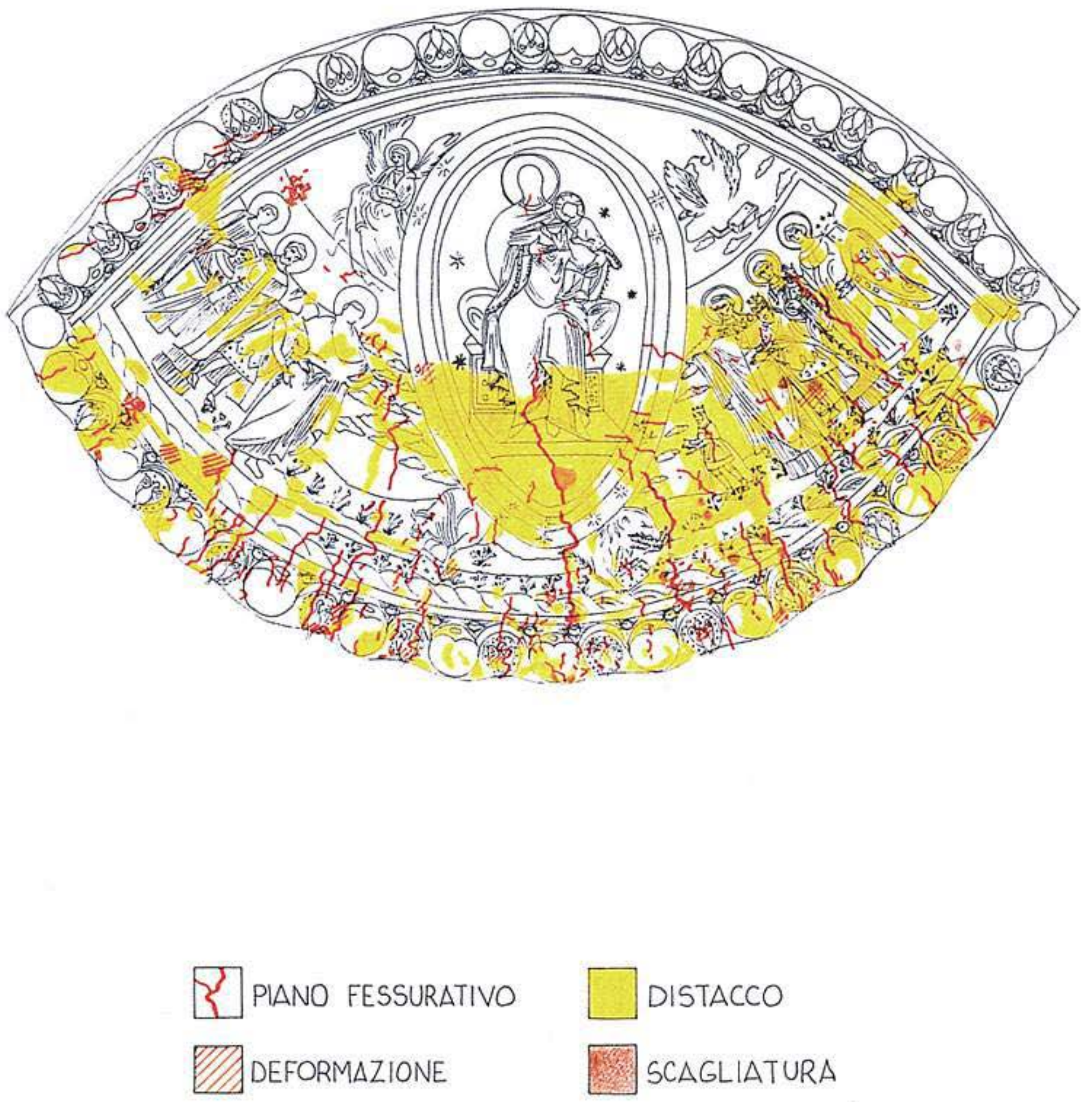
Nel complesso l'affresco si presenta oggi in gran parte ridipinto, anche sopra i colori originali che furono "rinforzati" con una stesura uniforme di tinta a tono. Non possiamo stabilire con sicurezza a quale periodo risalgono tali ridipinture, se al restauro del 1921 o ad un intervento successivo, poiché manca ogni notizia relativa ad interventi di restauro posterio-

ri. Su tutto l'affresco, infine, è stata rilevata la presenza di un fissativo a base organica[15] a scopo consolidante del film pittorico. Tale fissativo, alteratosi col tempo, è ben visibile anche ad un'analisi a vista, soprattutto sulla parete di sotto il cornicione aggettante. L'indagine a raggi U.V. pare inoltre confermare che il fissativo non è stato steso sulle stuccature, ma solo sulla pittura originale e questo ci induce a datare tale intervento al 1921 (fig. 14).

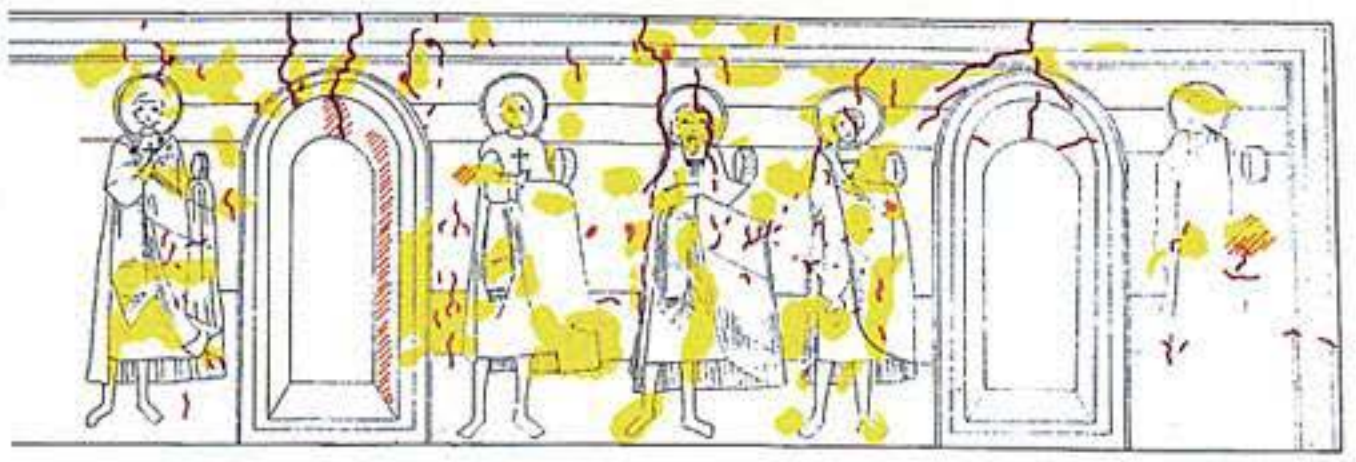
Analisi dello stato di conservazione

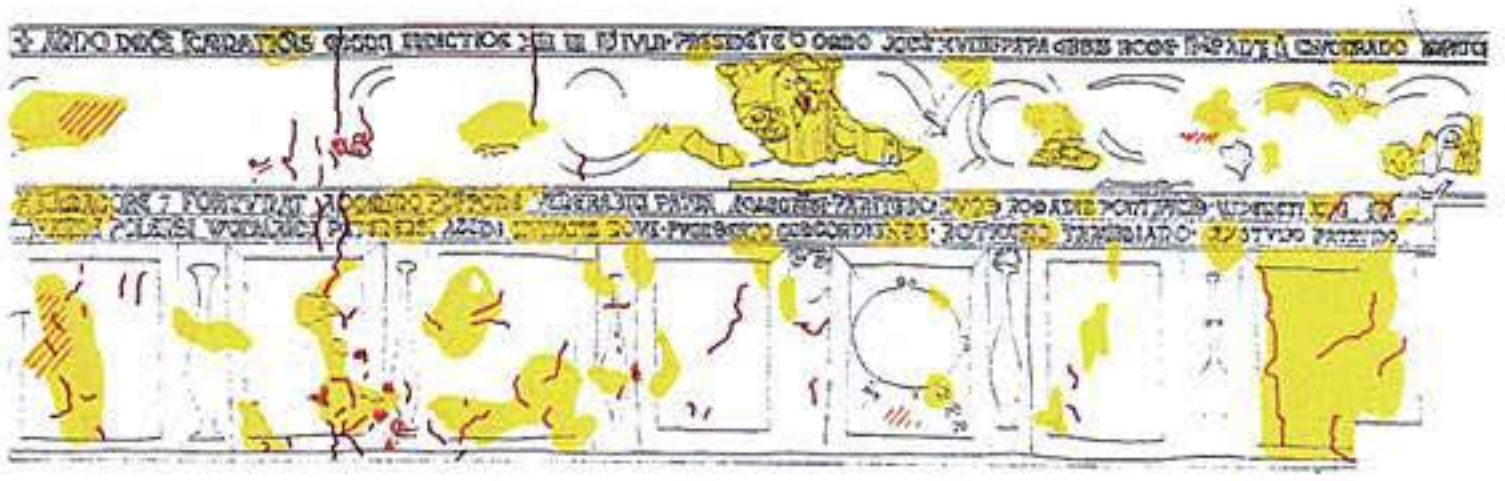
Dal punto di vista conservativo, la superficie dipinta si presenta fortemente compromessa (grafici 3-7). Oltre allo stato estremamente frammentario della pittura originale, dovuto alle vicissitudini storiche cui il ciclo pittorico è stato soggetto nel corso del tempo, il degrado è provocato soprattutto dalla presenza d'infiltrazioni d'acqua che si manifestano sotto forma d'umidità di risalita, microcondensa superficiale, legata al microclima interno della basilica, e vecchie percolazioni d'acqua piovana attraverso le coperture. L'apporto d'umidità all'interno della struttura muraria ha comportato nel tempo la formazione e cristallizzazione dei sali sulla superficie pittorica, con conseguenti sollevamenti ed esfoliazioni del colore originale. Le analisi chimiche hanno individuato la presenza di patine carbonatiche (calcite) con solfatazione generalizzata (gesso) e percentuali variabili di nitrati. Questi ultimi sono stati individuati soprattutto nella zona sotto alla cornice aggettante, in un'area dove il veicolamento dei sali è stato ulteriormente favorito da un intervento risalente agli anni '50 del Novecento, durante il quale fu riportata a vista la muratura esterna. Inoltre, una falda freatica, posta a soli 1,5 metri di profondità, favorisce la risalita capillare dell'acqua fino ad altezze rilevanti.

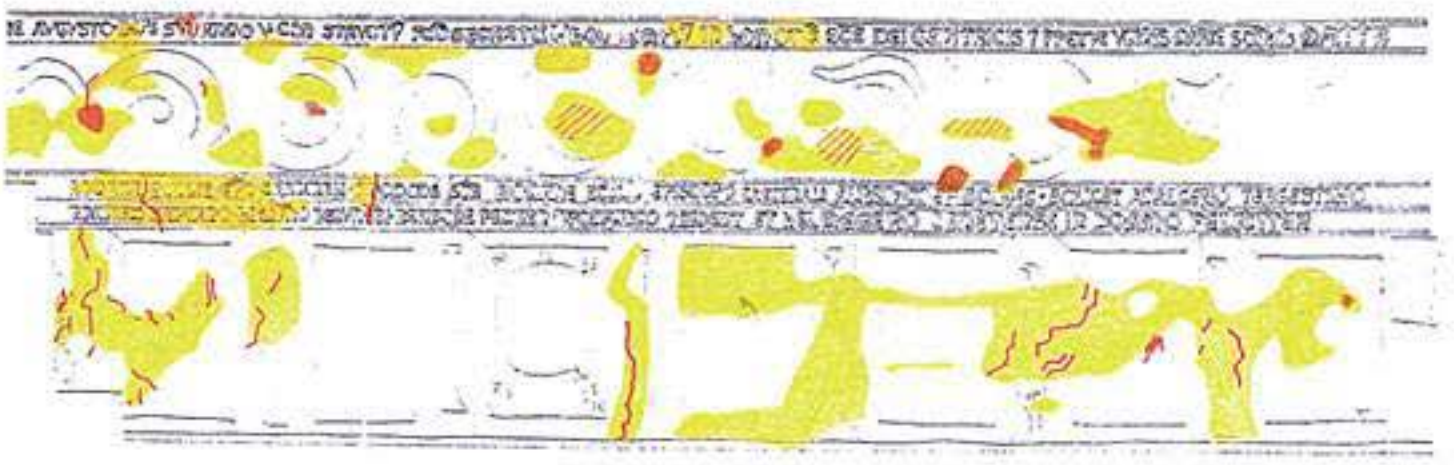
L'esfoliazione del film pittorico è stata favorita anche dalla particolare tecnica pittorica. Le ultime stesure di colore, infatti, ottenute con pigmenti stemperati nel bianco di calce stesi su un intonaco praticamente asciutto e quindi caratterizzati da una carbonatazione soltanto superficiale, perdono con il tempo la loro adesione all'intonachino, sollevandosi a strati dal supporto (fig. 20). La cristallizzazione dei sali si manifesta, inoltre, con un generale imbianchimento della superficie dipinta con conseguente appiattimento dei valori cromatici originali. La patina superficiale biancastra può essere messa in relazione anche all'azione della rilevante umidità sulla sabbia carbonatica che caratterizza gli intonaci, con effetti di solubilizzazione come bicarbonato di calcio e successiva preci-

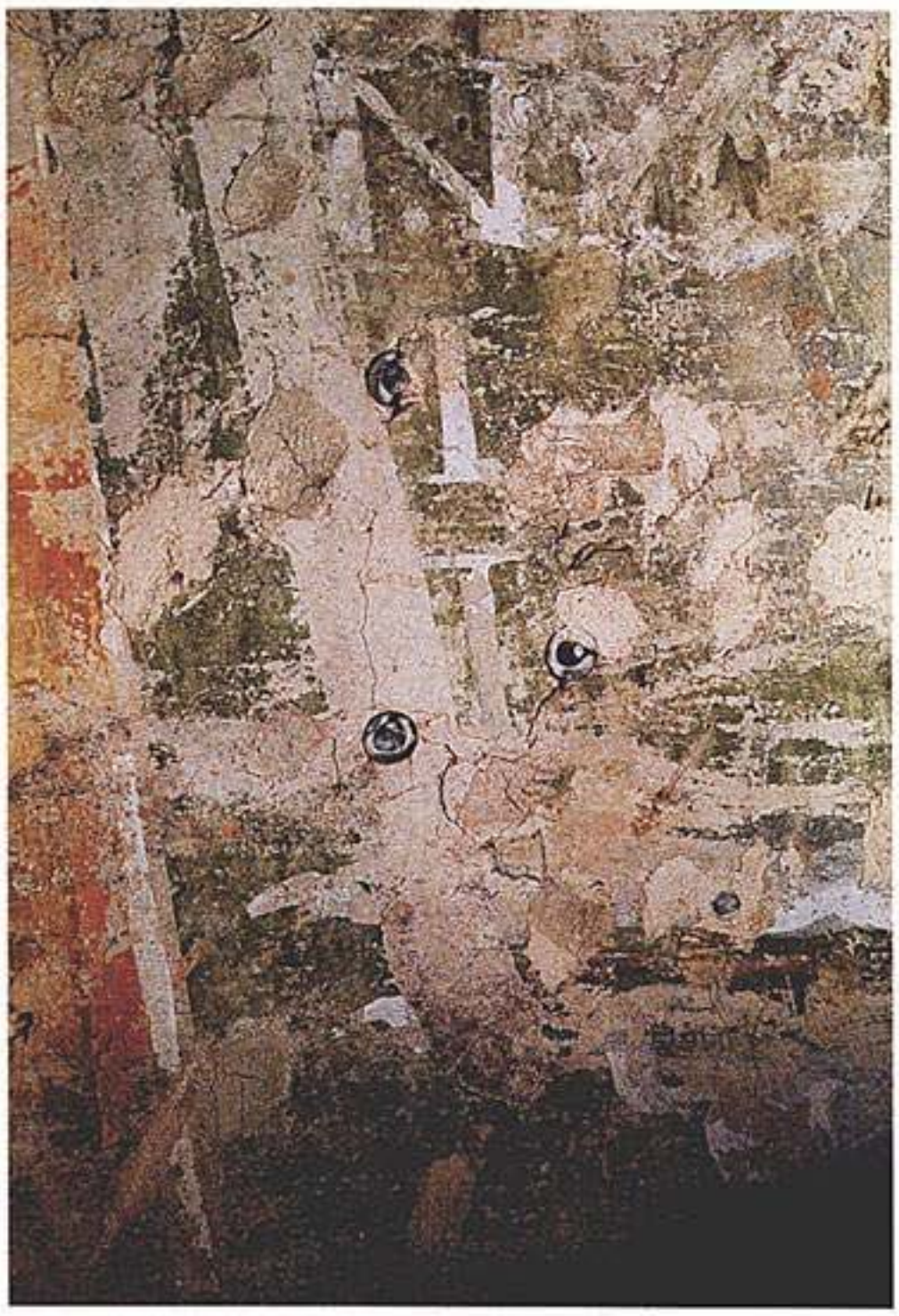


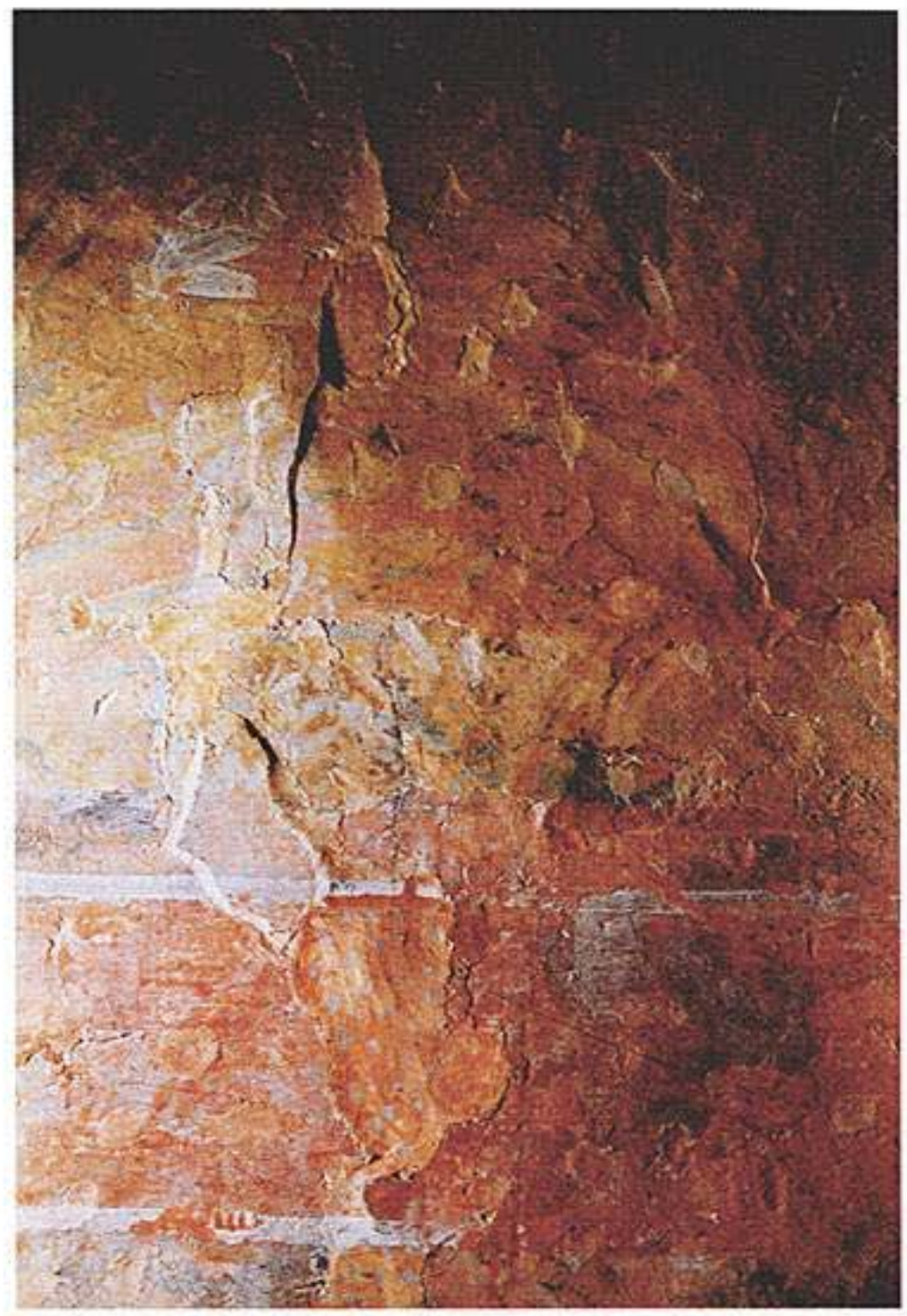
Grafici 3-4-5-6-7. Stato di conservazione (elab. Maresia, Zambon).











16-17. Sulla superficie si evidenziano numerose fessurazioni con distacchi dell'intonaco pittorico dal supporto. Sono presenti anche le chiodature servite in passato a bloccare gli intonaci.

18. L'apporto di umidità all'interno della struttura muraria ha comportato nel tempo la formazione e cristallizzazione dei sali sulla superficie pittorica.

19. Basamento della parete absidale: particolare di degradazione antropica caratterizzata dalla presenza di scalfitture della superficie imputabile all'azione volontaria dell'uomo.

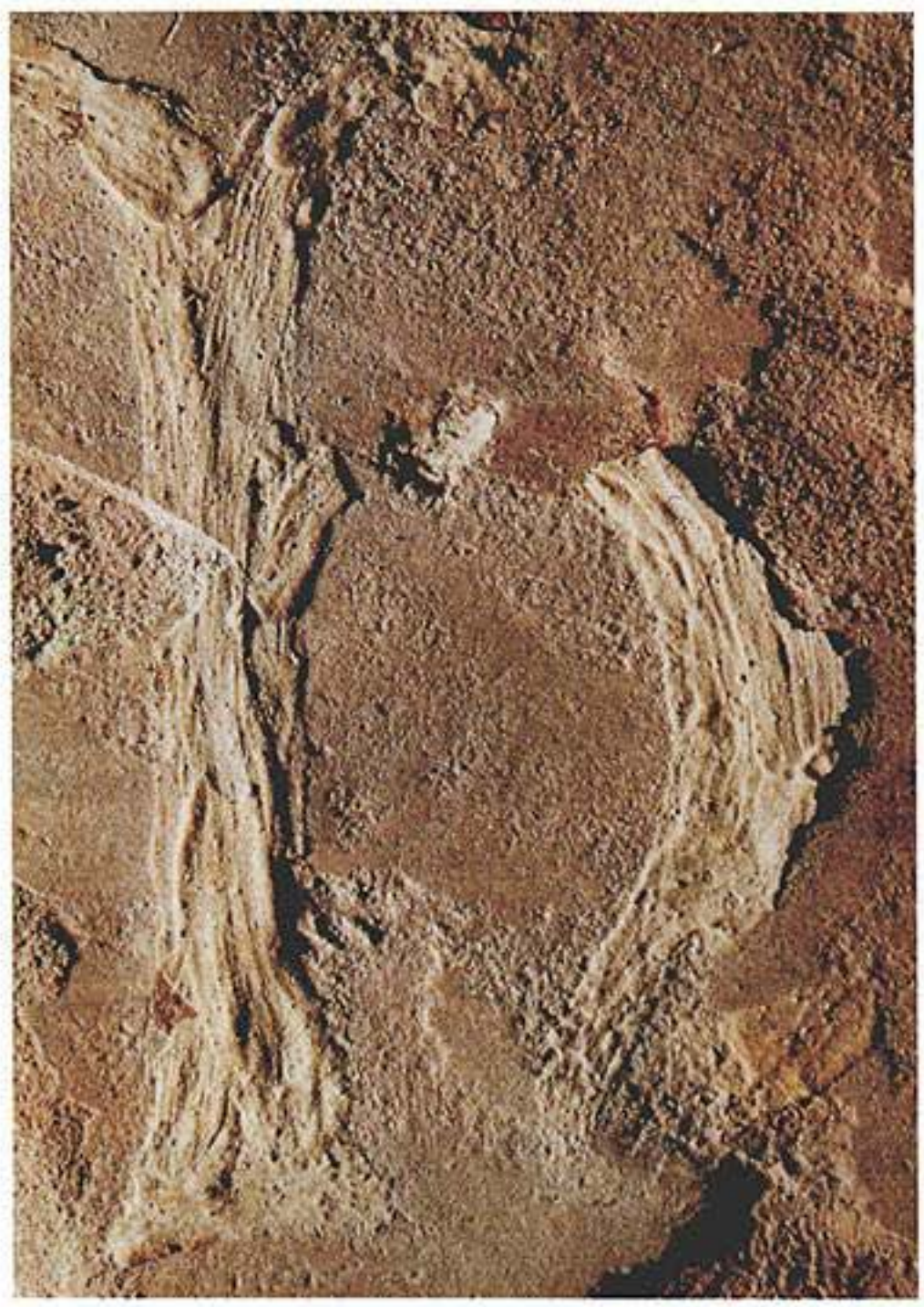
pitazione di carbonato di calcio. Il fenomeno può risultare ancora più evidente per la presenza, nella parte retrostante della calotta, di stuccature cementizie che impediscono la traspirazione dell'intonaco verso l'esterno dell'edificio, facendo sì che il bicarbonato di calcio, solubile, venga convogliato verso la superficie affrescata. Il diffuso imbianchimento, inoltre, è in parte dovuto alla presenza sulla superficie di un fissativo di natura organica, steso in un precedente intervento di restauro, che col tempo si è alterato crettandosi superficialmente.

In generale, il colore risulta abraso su tutta la superficie dell'affresco. Questo fenomeno è in parte dovuto alla perdita di coesione delle stesure pittoriche per impoverimento del legante, soprattutto per gli azzurri, e in parte è il risultato dell'azione invasiva dell'intervento di discialbo operato nel 1921 in modo meccanico e non sufficientemente corretto per la conservazione dell'affresco.

Numerose sono le fessurazioni dell'intonaco, registrate in particolar modo nella porzione inferiore del catino absidale e nella parte alta della fascia mediana corrispondente alle figu-

re dei santi. Il fenomeno, associato sempre a distacchi dell'intonaco pittorico dal supporto murario, è dovuto ad assesti strutturali dell'edificio, in conseguenza soprattutto di movimenti tellurici ed alle numerose vicissitudini che le pitture hanno subito nel corso dei secoli (tamponature e modifiche delle finestre, martellinature, ecc.). Tutto ciò ha favorito il formarsi di microfessurazioni dell'intonaco, già bloccate da fermature metalliche nel corso dell'intervento di restauro del 1921. Spanciamenti dello strato pittorico sono dovuti tra l'altro alla presenza di sali igroscopici e alle variazioni termoigrometriche (figg. 16-17).

Alterazioni cromatiche, che si manifestano con un ingrigimento superficiale della pellicola pittorica, sono dovute all'alterazione del fissativo di natura organica, oltre che alla presenza di campiture eseguite con colori a base di piombo. Si riscontra infine una cospicua presenza di depositi superficiali di sporco incoerente costituito prevalentemente da polvere, fumi e ragnatele (figg. 18-19).



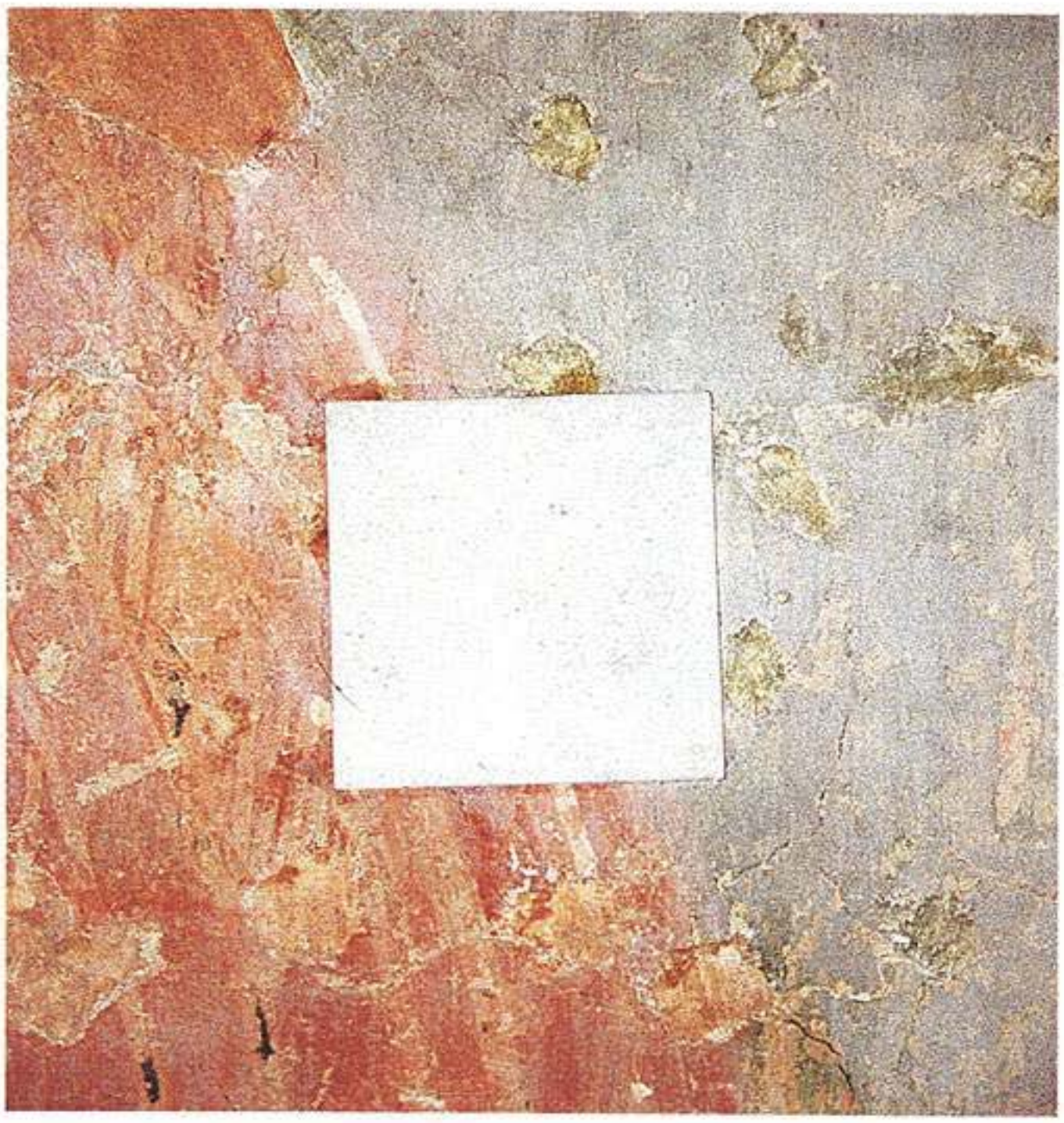
20. La tecnica pittorica, caratterizzata dalla sovrapposizione delle tinte, e il passare del tempo hanno facilitato l'esfoliazione del colore, fenomeno che si manifesta con il sollevamento e l'eventuale distacco, seguito spesso da caduta, di lamelle di pigmento di spessore diverso. La macrofotografia evidenzia l'esfoliazione di una delle lettere dell'iscrizione.

21. Come abbiamo già potuto constatare su altri elementi decorativi, anche in questo caso la foto mostra un'alterazione cromatica del pigmento rosso: trattandosi di un pigmento a base di piombo, col tempo si è ossidato inscurendosi e invertendo i valori tonali della pittura.

Prove preliminari di intervento conservativo

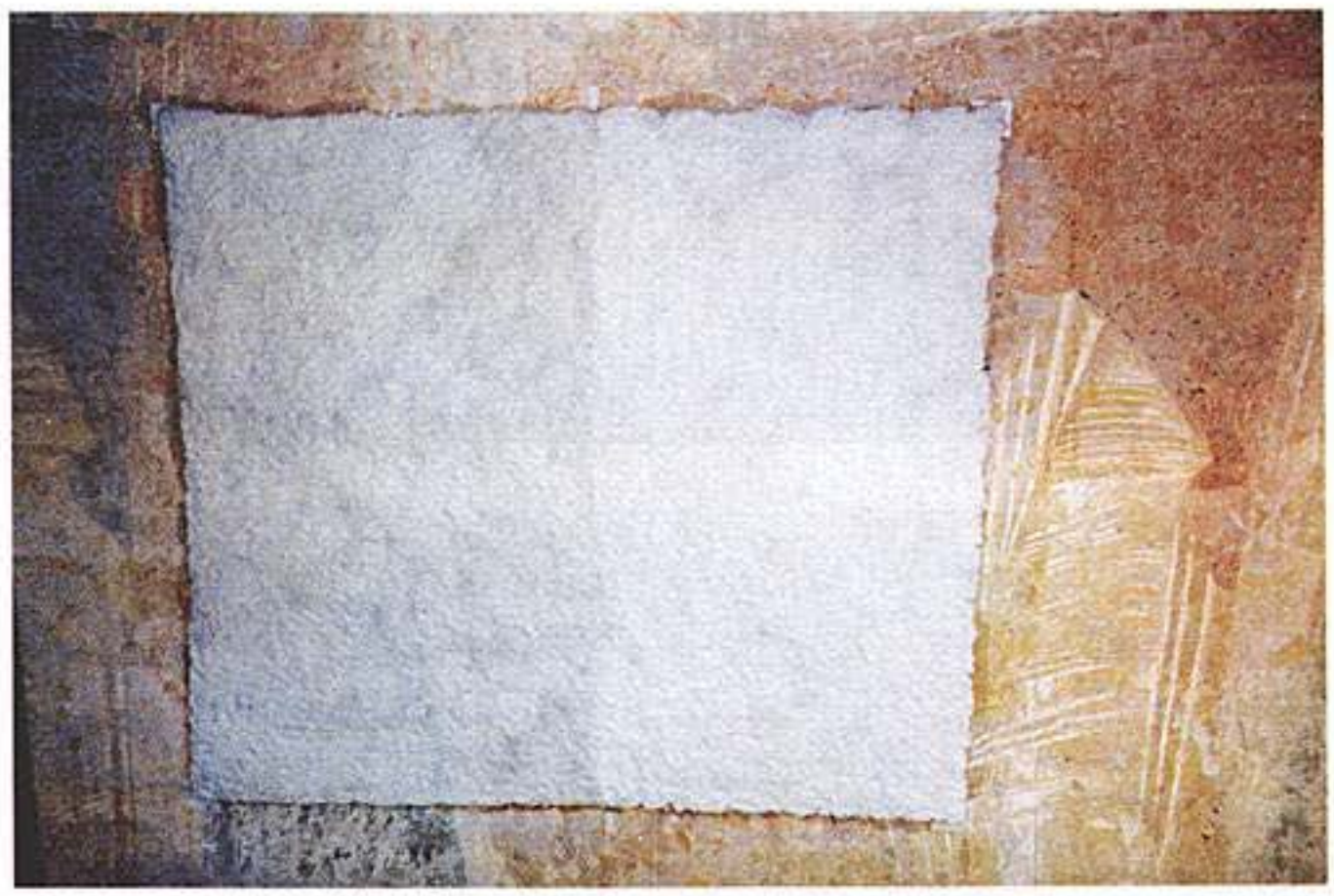
Come abbiamo avuto modo di analizzare in fase conoscitiva, l'opera presenta uno stato di conservazione complesso e differenziato e quindi richiede una metodologia di intervento diversificata a seconda delle situazioni. Al fine di valutare la metodologia più idonea ai vari fenomeni di degrado individuati, abbiamo eseguito alcune prove preliminari comparate di pulitura con solventi e supportanti diversi, in modo da confrontarne i risultati. Vale la pena comunque di ribadire che, a prescindere dai prodotti e dai tempi di contatto, che possono variare a seconda delle situazioni e della natura del materiale da rimuovere, l'operazione di pulitura è sempre molto delicata e a niente vale l'efficacia dei solventi senza l'accortezza, la sensibilità e la professionalità dell'operatore, che è il solo in grado di valutare, nel corso del lavoro, se e quando è necessaria una differenziazione di metodo.

Inizialmente abbiamo eseguito una piccola prova di pulitura a secco con spugne Wishab. Con questa metodologia la porzione di superficie prescelta deve presentarsi sufficientemente integra e priva di fenomeni di decoesione e polveru-



22-23. Prova preliminare di pulitura eseguita con un impacco di sola acqua deionizzata supportata da pasta di cellulosa, previa interposizione di doppio foglio di carta giapponese (foto Fabbro, Olivieri).

24. Prima della pulitura la superficie pittorica si presentava completamente offuscata e appiattita da un generale imbianchimento dovuto all'alterazione del fissativo (foto Fabbro, Olivieri).



25. Prova comparata di pulitura: a destra un impacco di polpa di cellulosa ed acqua deionizzata, a sinistra un impacco con acqua satura di carbonato d'ammonio. Quest'ultima metodologia è risultata la più efficace nel rimuovere il fissativo organico presente sulla superficie limitando al massimo l'azione meccanica di sfregamento (foto Fabbro, Olivieri).

lenza del colore, giacché, in caso contrario, l'azione meccanica di sfregamento esercitata dalla spugna può risultare deleteria. La prova di pulitura a secco da noi effettuata non ha però ottenuto risultati del tutto soddisfacenti in quanto, data la scabrosità della superficie, non è stato possibile l'eliminazione omogenea del materiale incoerente e la completa asportazione del fissativo insieme a nero fumo e polvere. L'ampio fenomeno di polverulenza e decoesione che caratterizza gran parte del film pittorico ci ha portato, infine, ad escludere del tutto questo metodo.

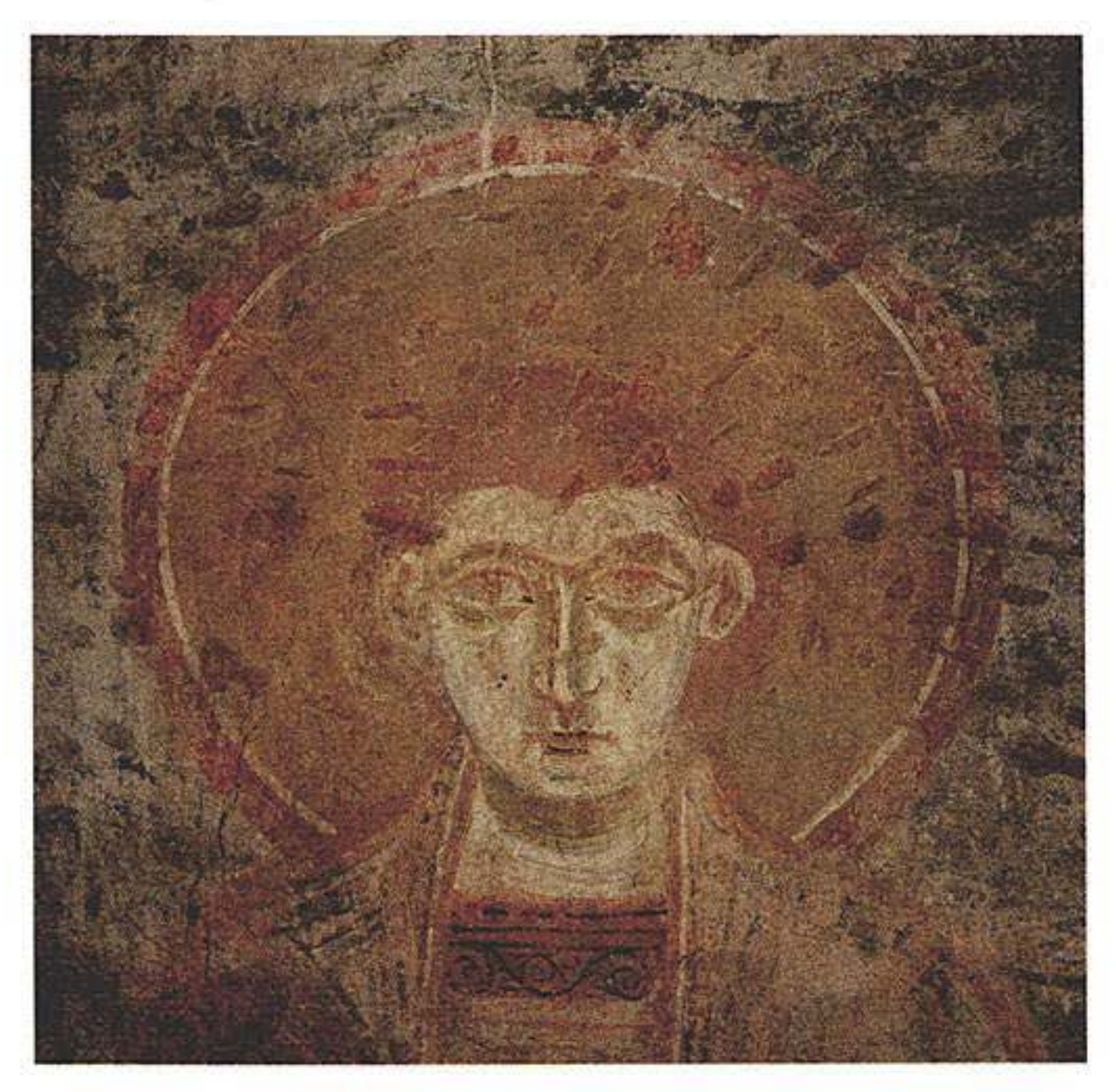
Le successive prove di pulitura sono state eseguite con acqua deionizzata applicata ad impacco sul film pittorico. La metodologia ad impacco risulta indispensabile al fine di am-

26. A pulitura ultimata, sono state recuperate le tonalità originali dei colori, precedentemente appiattite e nascoste dal generale imbianchimento provocato dal vecchio fissativo (foto Fabbro, Olivieri).

morbidire e rigonfiare lo sporco superficiale, che viene così rimosso in modo omogeneo, evitando azioni meccaniche traumatiche per il film pittorico.

Inizialmente abbiamo utilizzato acqua deionizzata supportata da carta giapponese [16]. Il foglio imbevuto d'acqua è stato applicato sulla superficie e poi delicatamente tamponato con spugne naturali. Con questa operazione è stato possibile riadagiare al supporto le scaglie di colore sollevate, ottenendo così un preconsolidamento del film pittorico decoeso ed esfoliato, e contemporaneamente rimuovere la polvere ed il nero fumo che sono stati assorbiti dall'azione delle spugne. La piccola quantità di acqua rilasciata dalla carta non è stata però sufficiente a rigonfiare totalmente il fissativo e lo sporco più tenace penetrato nell'intonaco pittorico. Di conseguenza, per migliorare il risultato della pulitura, all'interno della medesima prova abbiamo eseguito un impacco di acqua supportata da pasta di cellulosa [17], previa interposizione di un doppio foglio di carta giapponese [18]. Dopo un tempo di contatto di circa 20 minuti, l'impacco ha consentito il rigonfiamento e la separazione dal colore originale del fissativo organico, che è stato in seguito asportato attraverso una leggera azione di tamponamento con batuffoli di cotone bagnato (figg. 22-23).

A questa prova abbiamo comparato una pulitura simile alla precedente, sostituendo però l'acqua deionizzata con una soluzione d'acqua satura di carbonato d'ammonio [19]. Rimosso l'impacco dopo altri 20 minuti di contatto, abbiamo riscontrato che il fissativo, completamente differenziato dal film pittorico originale, poteva essere rimosso più velocemente e più facilmente di prima (figg. 24-25). A pulitura ul-



27. Particolare di un volto prima della pulitura.

timata, tuttavia, le due prove non presentavano visivamente differenze sostanziali. Le analisi effettuate sugli impacchi hanno inoltre confermato la capacità estrattiva nei confronti dei sali esercitata dalla pasta di cellulosa (figg. 26-28).

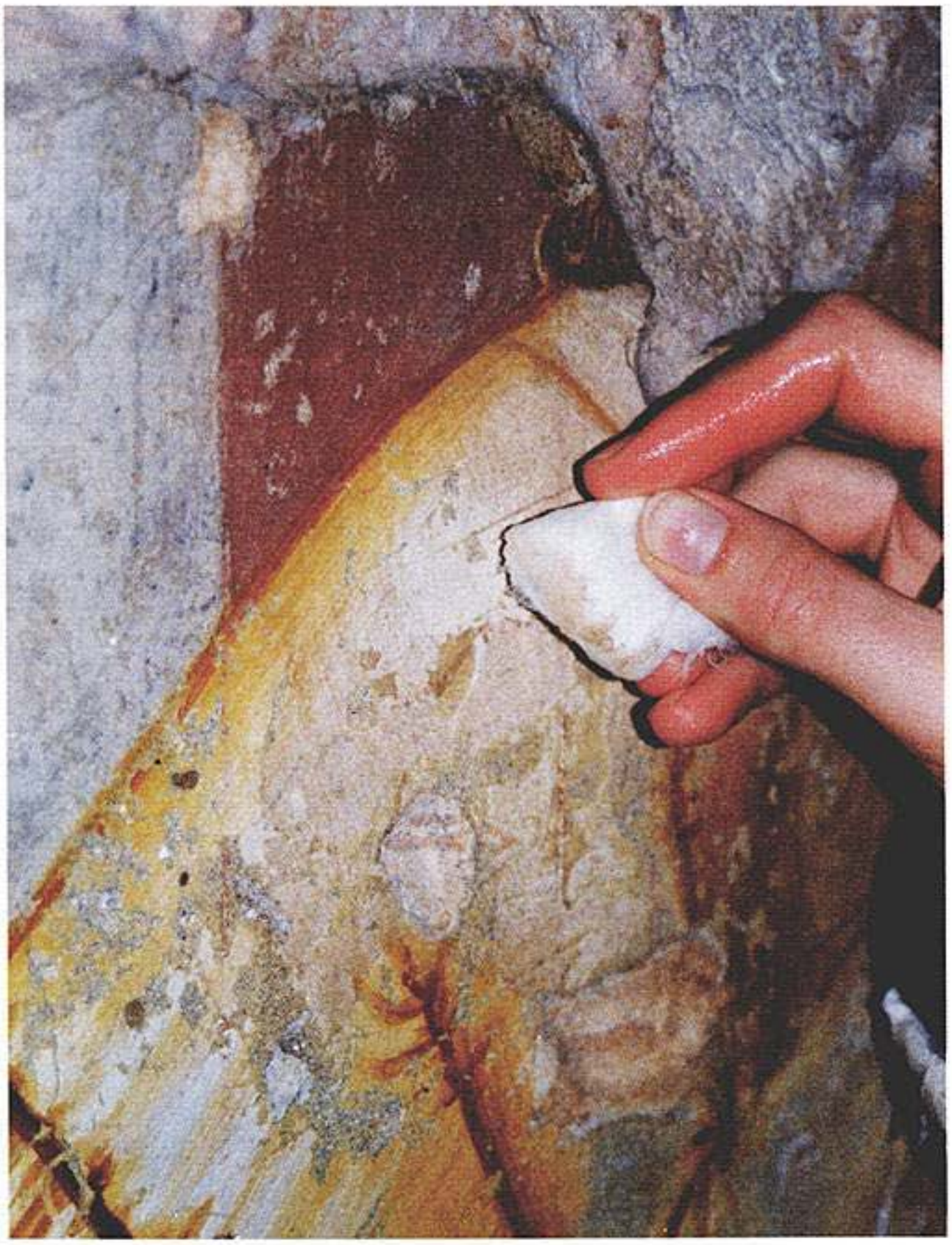
Visto il forte assorbimento dell'intonaco pittorico e l'abbondante presenza di sali solubili in particolari zone della superficie pittorica, abbiamo pensato di eseguire un'altra prova di pulitura preceduta dall'applicazione del Tributilfosfato (TBP). Il TBP, estere tributilico dell'acido ortofosforico, è un liquido ad elevata penetrazione per capillarità nella struttura muraria, in grado di isolare i sali, in particolare i nitrati, all'interno del muro per un tempo sufficientemente lungo da consentire trattamenti ad impacco con ammonio carbonato prima e con idrossido di bario poi, senza dar luogo ad interazioni e a sbiancamenti. Inoltre la caratteristica oleosa del TBP impedisce un eccessivo assorbimento di solvente da parte della struttura muraria[20] .

Le prove preliminari di pulitura hanno escluso l'utilizzo di supportanti quali la silice micronizzata[21], le resine a scambio ionico e la carbossilmetilcellulosa[22], in quanto, essendo materiali molto fini (silice micronizzata o resine a scambio ionico) o parzialmente solubili (carbossilmetilcellulosa), a contatto con una superficie incoerente e fortemente abrasa,

avrebbero potuto, penetrando all'interno delle scabrosità, risultare in seguito di difficile rimozione (fig. 29).

Nelle zone con colore fortemente decoeso e a rischio di perdite notevoli di pigmento durante le fasi di pulitura, è stata preventivamente eseguita una prova di preconsolidamento con idrossido di bario[23], evitando materiali di natura sintetica che avrebbero impedito un corretto intervento di pulitura e di consolidamento finale. L'operazione è stata eseguita con un procedimento analogo a quello del consolidamento vero e proprio: steso un foglio di carta giapponese imbevuto di ac-

28. Lo stesso particolare dopo una prova preliminare di pulitura eseguita ad impacco di carbonato d'ammonio (foto Fabbro, Olivieri).



29. Rimosso l'impacco, il film pittorico è stato rilavato con un batuffolo di cotone imbevuto di acqua satura di carbonato di ammonio (foto Fabbro, Olivieri).

qua distillata, in modo da far riadagiare il più possibile la pellicola polverulenta e le scaglie di colore, vi si applica un impacco di idrossido di bario supportato da pasta di cellulosa (tempo di contatto circa 2 ore). L'idrossido penetra attraverso le microrotture del film pittorico favorendo, in seguito alla carbonatazione, il fissaggio del medesimo al supporto sottostante. Questa operazione ha consentito, dopo circa una settimana, la pulitura della medesima superficie con un impacco di carbonato d'ammonio senza rischio di perdite di pigmento.

Il trattamento minerale con idrossido di bario si è rivelato la metodologia più idonea anche per quelle operazioni di consolidamento che seguono l'intervento di pulitura. Su una superficie problematica come quella degli affreschi absidali di Aquileia, indeboliti da fattori chimico-fisici e caratterizza-

30. Particolare del frammento affrescato sulla parete sotto il catino absidale dopo le operazioni di pulitura e consolidamento con idrossido di bario (foto Fabbro, Olivieri).

31. In una piccola porzione di pittura dove l'intonaco si presentava particolarmente frantumato, è stato eseguito un consolidamento con iniezioni di malta idraulica, sfruttando all'uopo i punti di abrasione e le lacune. Negli altri casi è stato preferito un consolidamento a punti di resina termoplastica, evitando l'utilizzo d'adesivi e riempitivi consolidanti (foto Fabbro, Olivieri).

ti da un alto grado di assorbimento, l'uso di fissativi di natura organica o sintetica, penetrando in profondità e in modo disomogeneo nell'intonaco, avrebbe causato una modificazione materica e cromatica del film pittorico. Il trattamento minerale con idrossido di bario, invece, oltre a funzionare come coesivo materico agisce come antisolfatante, trasformando il solfato di calcio presente sulla superficie in solfato di bario, prodotto stabile e compatibile con la materia del supporto originale (fig. 30).

Come abbiamo accennato nei paragrafi precedenti, gli affreschi absidali della chiesa di Aquileia hanno subito nel tempo forti dissesti strutturali con conseguenti distacchi dell'intonaco pittorico dal supporto murario. In passato, per soppe-rire a questi inconvenienti sono stati utilizzati fissaggi con chiodi che, a distanza di tempo, hanno in gran parte efficacemente mantenuto la loro funzione. Visto il buon risultato, abbiamo pensato di proseguire con la stessa metodologia servendoci di un sistema di "ancoraggio" a punti di resina termoplastica limitato alle zone interessate da rischiosi distacchi, ed evitando in tal modo l'utilizzo di adesivi e riempitivi consolidanti. La prova preliminare di fissaggio è stata eseguita sfruttando alcune delle numerose lacune di intonaco già esistenti sulla superficie (*craquelé*, lesioni, martellinature, ecc.), all'interno delle quali sono state iniettate resine aventi caratteristiche plastiche, in modo da fissare i supporti distaccati senza bloccare i naturali movimenti di assestamento dell'intonaco[24]. In un'altra piccola porzione di pittura, dove l'intonaco si presentava particolarmente frantumato, è stato sperimentato un consolidamento con iniezioni di malta idraulica, sempre sfruttando all'uopo i punti di abrasione e le lacune da martellinatura. Bagnando preventivamente la zona da trattare si sono iniettate delle piccole quantità di malta favorendo dei punti di adesione, senza creare macroscopici riempimenti che avrebbero contribuito solo ad appesantire il sistema. Sarebbe comunque opportuno limitare questo metodo a particolari situazioni di forte frantumazione o craquele dell'intonaco pittorico (fig. 31).

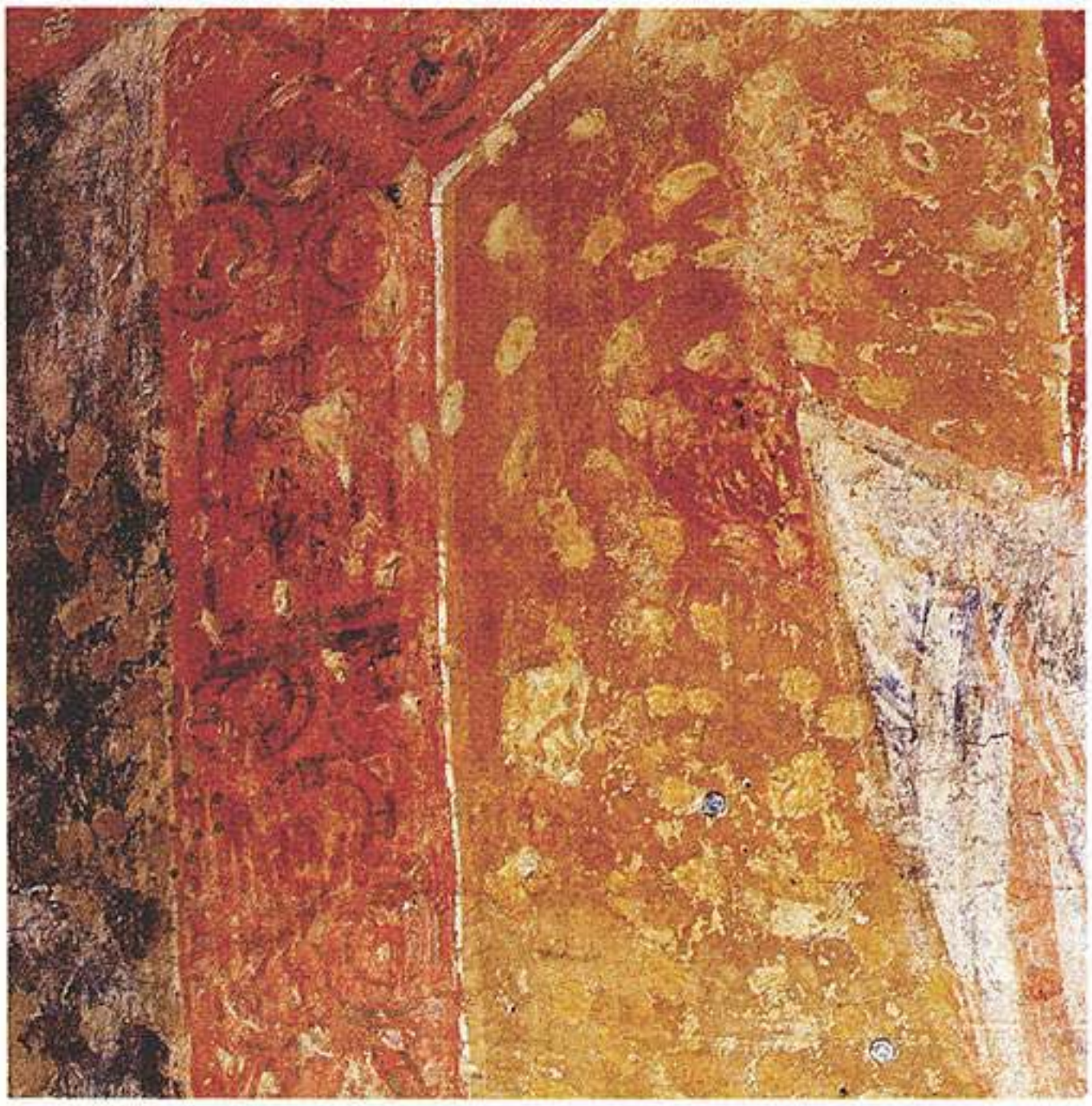
Terminate le prove preliminari di restauro conservativo, è stata valutata il tipo di presentazione estetica più corretta e tale da valorizzare al massimo e rendere nuovamente leggibili i frammenti originali, senza alterarne l'originalità materica. A questo scopo sono state effettuate varie prove di stuccatura, tenendo sempre presente l'importanza che le lesioni e le lacune assumono nel contesto pittorico quale tracce materiali del tempo, e la necessità, d'altro canto, di consentire una visione unitaria della pittura valorizzando l'originale. Le soluzioni approntate nell'ambito del cantiere di progetto hanno

contemplato molteplici possibilità, dalla rifinitura delle stuccature preesistenti alla rimozione delle medesime e sostituzione con nuove stuccature con malta opportunamente preparata. Nel primo caso è stata effettuata una sigillatura dei bordi usurati o lacunosi, utilizzando un impasto che per granulometria e composizione fosse simile alle stuccature già esistenti. Nella maggior parte delle volte, però, si è resa necessaria la sostituzione[25], giacché molte lacune, anche di grandi dimensioni, erano state risarcite in modo rapido e sommario, con evidenti sbordature sul film pittorico originale, e ridipinte con colori ormai alterati[26]. In questo caso una delle metodologie adottate è stata il rifacimento delle lacune con una malta di colore neutro, ma adeguata alla tonalità cromatica della superficie pittorica da reintegrare, in modo da ricollegare fra loro i frammenti originali di pittura. Ciò è stato possibile mediante l'utilizzo di sabbie cromaticamente differenziate[27]. Si è invece preferito mantenere un atteggiamento estremamente rispettoso delle tracce e dei segni legati alle vicissitudini storiche degli affreschi, lasciando in vista con un semplice abbassamento di tono le piccole mancanze dovute all'intervento di martellinatura dell'intonaco (fig. 31)[28].

La fase conclusiva di un intervento di restauro costituisce un momento particolarmente delicato, volto com'è a ristabilire, mediante l'operazione di integrazione pittorica, unità e chiarezza di visione. Le scelte metodologiche possono variare a seconda dei risultati che si vogliono conseguire, a patto che si tratti di una reintegrazione non invasiva e del tutto rispettosa nei confronti della pittura originale. Sulle pitture absidali di Aquileia sono state condotte piccole prove preliminari con colori naturali – terre ed ossidi – stemperati in caseinato di ammonio e quindi facilmente rimovibili. Tuttavia nel nostro caso il problema principale riguarda gli ampi rifacimenti che attualmente alterano la lettura dei frammenti superstiti e la legittimità o meno della loro rimozione. Si tratta di una decisione che, al momento opportuno, dovrà tener conto di una serie di fattori di ordine storico, culturale e conservativo quali, ad esempio l'avvenuta storicizzazione di questi vecchi restauri, ma anche la necessità di una corretta valorizzazione della pittura originale.

Conclusioni

Le considerazioni tratte dalle aree campione in cui sono state eseguite le varie prove di intervento e i risultati delle analisi chimiche ci hanno aiutato a comprendere la metodologia di intervento più corretta per il recupero e la salvaguardia del-



31. Dopo la pulitura, sono state eliminate le stuccature che, debordando oltre la lacuna, nascondevano parte della pittura originale. Infine, leggermente abbassati di livello, i rifacimenti che coprono le tracce lasciate dalla martellinatura sono stati reintegrati pittoricamente a neutro.

le pitture absidali della basilica di Aquileia. In tal modo è stato possibile differenziare le varie operazioni a seconda delle diverse situazioni conservative riscontrate sugli affreschi della calotta absidale e su quelli della parete sottostante.

Sulla calotta absidale non sono state trovate tracce del fissativo di natura organica ampiamente presente, invece, sulle altre pitture[29]; tuttavia si sono riscontrate localizzate situazioni di esfoliazione con sollevamento del film pittorico, distacchi fra intonaco pittorico e supporto murario, oltre a residui di scialbo e a numerose stuccature debordanti sul film pittorico originale. Vista l'assenza del fissativo e lo scarso deposito di polvere presente, in questa zona la nostra proposta di intervento prevede una semplice pulitura tramite tamponamento della superficie con spugne naturali imbevute d'acqua deionizzata, previa interposizione di un foglio di carta giapponese per far riaderire le scaglie di colore sollevate ed evitare qualsiasi operazione meccanica sulla superficie. Qualora i sollevamenti del film pittorico pregiudichino un corretto intervento di pulitura, possono essere effettuati dei preconsolidamenti limitati alle zone a rischio, facendo penetrare a tergo delle scaglie del colore sollevato una soluzione di caseinato di bario. In caso di ossidazioni o di sporco particolar-

mente tenace, inoltre, non si esclude una pulitura localizzata con impacchi di carbonato di ammonio. A mio avviso, inoltre, un tamponamento con acqua satura di carbonato di ammonio potrebbe essere opportuno per tutta la superficie, vista la presenza di una forte decoesione dell'intonaco e di solfatazione: con questa operazione si consente la trasformazione del solfato di calcio in solfato di ammonio, predisponendo così la superficie all'azione antisolfatante e consolidante dell'idrossido di bario applicato per diffusione ad impacco. L'idrossido di bario, infatti, trasforma i solfati di ammonio in solfati di bario, materiale inerte, stabile e compatibile con la materia originale e, contemporaneamente, carbonatando favorisce la ricoesione materica dell'intonaco. Subito dopo la pulitura vengono eliminati i residui di scialbo e quelle stuccature che, debordando oltre la lacuna, nascondono parte della pittura originale. In questa fase del restauro sarà molto importante valutare anche le varie scelte di presentazione estetica di tutto il complesso pittorico. Qualora, infatti, si decida di eliminare totalmente, o solo in parte, i vecchi rifacimenti, ciò dovrà avvenire in fase di pulitura. I distacchi dell'intonaco pittorico dal supporto murario possono essere consolidati con fermature a punti di resina termoplastica. Non si esclude in alcune zone l'uso di malte idrauliche per ricoesionare le superfici molto frantumate. Le numerose vecchie fermature con chiodi in rame che ancorano l'intonaco pittorico al supporto saranno mantenute, sostituendo solo quelle che non adempiono più la loro funzione.

La parete absidale sotto la calotta presenta una situazione conservativa più complessa. Qui si è riscontrata la presenza di un fissativo superficiale di natura organica, oltre a numerose ridipinture che, ormai alterate, impediscono una corretta lettura dei dipinti, modificandone la cromia originale. Su queste superfici, la nostra proposta metodologica prevede una pulitura con acqua deionizzata supportata, in un primo momento dalla sola carta giapponese, allo scopo di rimuovere i materiali di deposito superficiali, e successivamente da polpa di cellulosa. Ciò consentirà il rigonfiamento e l'asportazione del fissativo per mezzo di batuffoli di cotone imbevuti di acqua satura di carbonato di ammonio. Anche in questo caso verranno rimosse le vecchie stuccature non idonee. Vista la presenza di sali solubili, non si esclude la possibilità dell'utilizzo del Tributilfosfato, come descritto precedentemente per le prove preliminari di pulitura, oltre ad operazioni di preconsolidamento localizzate nelle zone a rischio. Il consolidamento finale del film pittorico può essere effettuato ancora una volta con il trattamento per diffusione ad impacco di idrossido di bario, unitamente al fissaggio a punti di resina

termoplastica per i distacchi in profondità tra l'intonaco e il supporto murario. Questa metodologia, inoltre, può essere considerata valida anche per i frammenti di pittura trecenteschi posti nella porzione inferiore della parete absidale.

Relativamente alla presentazione estetica di tutto il ciclo pittorico, le scelte metodologiche dovranno essere valutate con estrema attenzione, dato lo stato estremamente frammentario e lacunoso dei dipinti. Particolarmente delicata è la questione relativa alla rimozione o meno dei vecchi rifacimenti e delle ridipinture. Consapevoli del fatto che si tratta ormai di un intervento storicizzato, bisogna comunque tener presente che una volta recuperata la cromia e la luminosità degli affreschi originali, i rifacimenti, male eseguiti e ormai alterati, diventeranno un elemento di forte disturbo alla corretta lettura dei dipinti. In ogni caso la rimozione o meno di un rifacimento sarà sempre subordinata alla corretta conservazione dell'opera.

Dalle osservazioni fatte durante l'analisi dello stato di conservazione e dalle prove preliminari, a mio avviso sarebbe importante rimuovere le piccole stuccature che attualmente nascondono le tracce delle martellinature. Queste dovrebbero essere infatti lasciate a vista con un semplice abbassamento di tono, quale testimonianza delle vicissitudini e del tempo vita dell'opera. Solo in caso di lacune troppo profonde, potrebbe essere auspicabile un parziale loro riempimento con malta a base di calce e sabbia. Gli altri tipi di lacune non riferibili alle martellinature, potrebbero essere ricostituite con un intonaco dalla tonalità molto simile a quella originale, ma distinguibile da quest'ultimo per la leggera ruvidità della superficie. La sensazione che se ne dovrebbe ricavare a distanza è quella di un intonaco su cui sia rimasta l'impronta del colore originale.

Per le grandi perdite, avendo a disposizione il rilievo fotogrammetrico e con l'ausilio di mezzi informatici, potrebbe essere possibile ricostituire il disegno originale di tutte le parti mancanti. In tal caso, con un intervento pittorico molto ordinato sia attraverso la selezione cromatica che la ricostituzione a velature trasparenti, si potrebbe ricostruire una lettura globale dell'opera, senza alterare il valore storico e artistico della pittura originale.

NOTE

1. Per le analisi chimiche si rimanda al capitolo curato da U. Casellato e L. Soroldoni.
2. L'uso della paglia nell'impasto della malta è stato riscontrato non solo

in pitture di epoca medievale. L'esempio più famoso è forse quello degli affreschi del Pordenone (1520-21) nella cattedrale di Cremona. Qui il pittore si è servito della paglia per ritardare l'asciugatura della malta e continuare a lavorare in 'affresco' anche su porzioni di intonaco più grandi del normale. Talvolta le fibre vegetali erano utilizzate anche per ridurre gli inconvenienti causati dalla contrazione della malta durante il suo essiccamento. Cfr. G. BOTTICELLI, *Metodologia di restauro delle pitture murali*, Firenze 1992, pp. 39-40; G. BOTTICELLI, S. BOTTICELLI, C. CONTI, G. RODELLA, *Il Pordenone e Boccaccio Beccaccino. Primi restauri nella Cattedrale di Cremona*, in "Opus. Quaderni di conservazione e valorizzazione dei beni culturali", Poggibonsi 1996, p. 23.

3. Con il termine "pontata" si intende un'ampia stesura d'intonaco ad andamento orizzontale e di larghezza solitamente pari a quella del ponteggio usato per il lavoro.
4. Per buche pontaie si intendono una serie di fori nel muro allineati in senso orizzontale e dislocati ad intervalli regolari alla stessa altezza all'interno dei quali venivano fissate le travi a sostegno del tavolato del ponteggio.
5. La basilica sorge su una falda. Non sono state tuttavia rilevate grosse variazioni di temperatura e di umidità nel corso dell'anno.
6. Grazie al processo di carbonatazione a cui sono sottoposti i colori, la pittura in affresco, ossia eseguita su un intonaco ancora umido, risulta estremamente più resistente e stabile nel tempo rispetto alle altre tecniche di pittura murale.
7. La sinopia è il disegno preparatorio dell'affresco eseguito direttamente sull'arriccio solitamente con un colore a base di terra rossa detta terra di Sinope, da cui prende il nome questo procedimento. Cfr. U. PROCACCI, *Sinopie e affreschi*, Milano 1961.
8. Per lo studio delle tecniche d'esecuzione della pittura murale cfr. anche P. MORA, A. MORA, F. PHILIPPOT, *La conservation des peintures murales*, Bologna 1977.
9. Cfr. paragrafo *Modifiche strutturali e vecchi restauri*.
10. Tetrossido di piombo (Pb_3O_4), pigmento a base di colore rosso arancio prodotto anticamente per riscaldamento del bianco di piombo (biacca). Si trasforma in biossido sulle pitture murali in presenza di umidità.
11. Bianco di Piombo.
12. Bianco di calce o bianco San Giovanni.
13. Cfr. A. MORASSI, *Il restauro dell'abside della Basilica di Aquileia*, in "Bollettino d'Arte", 1, III, 1923, pp. 75-94. Il lavoro fu affidato al prof. Giuseppe Cherubini sotto la direzione dell'arch. Guido Cirilli.
14. In questi casi il perimetro delle mancanze risulta spesso marcato da una linea di colore rosso scuro.
15. Le analisi hanno evidenziato la presenza di colla animale e gomma arabica.
16. La carta giapponese è un materiale di fibra cellulosica in fogli della consistenza della carta velina e come questa è sottile, morbida e sufficientemente assorbente. Nella metodologia ad impacco può essere utilizzata con duplice funzione: come elemento di separazione tra il film

pittorico e l'impacco, e quindi di protezione per la pittura medesima, e come supportante.

17. La pasta di cellulosa è un supportante ad alto potere assorbente. Di conseguenza, il suo utilizzo permette l'assorbimento da parte della superficie pittorica di una maggiore quantità d'acqua o d'altro reagente.

18. La presenza dei due fogli di carta giapponese ha consentito di rimuovere facilmente l'impacco e, contemporaneamente, di proteggere lo strato pittorico sottostante.

19. Il carbonato di ammonio è uno dei solventi di più largo impiego nella pulitura delle pitture murali. Si tratta infatti di un prodotto estremamente funzionale sperimentato ormai da molti anni. I vantaggi di questo solvente consistono nel fatto che non lascia tracce sulla pittura in quanto l'eccesso di reattivo, trasformandosi in composti gassosi, si disperde completamente nell'atmosfera. Inoltre, in presenza di solfato di calcio l'ammonio reagisce dando luogo al solubile e facilmente rimovibile solfato di ammonio.

20. Il Tributilfosfato è stato sperimentato per la prima dal prof. Enzo Ferroni, ordinario di chimica fisica all'Università di Firenze, insieme al restauratore Dino Dini al fine di consentire le operazioni di stacco dell'*Ultima Cena* di Taddeo Gaddi nel Refettorio di Santa Croce gravemente danneggiata dall'alluvione fiorentina del 1966. L'abbondante presenza di nitrati sulla superficie pittorica impediva infatti l'indurimento della colla che avrebbe dovuto fissare le tele di protezione del colore e solo con l'utilizzo del TBP fu possibile respingere dallo strato pittorico e dal sottostante intonaco il flusso dei sali inquinanti per il tempo necessario a concludere le operazioni di stacco. Cfr. E. FERRONI, D. DINI, *Esperienze sul sequestro di nitrati con tributilfosfato per il distacco e la conservazione deli affreschi*, in "Società Italiana per il progresso delle Scienze", Roma 1968, pp. 919-932; E. FERRONI, *Chimica fisica degli intonaci affrescati*, in "Problemi di Conservazione", a cura di G. Urbani, Bologna 1973, pp. 269-281.

21. Silice in polvere finissima che mescolata in acqua dà un composto con notevoli capacità di assorbimento. Onde evitare eventuali penetrazioni del prodotto all'interno della malta è consigliabile usare un doppio foglio di carta giapponese. La sua introduzione non comporta danni di natura chimica, ma eventualmente la diminuzione di porosità dell'intonaco.

22. Derivato dalla cellulosa, si presenta in uno stato granulare finissimo. Rigonfia facilmente in acqua e può essere applicata a pennello. Estremamente solubile può essere veicolata dal solvente all'interno della struttura porosa del muro con effetti indesiderati al momento dell'asciugatura (colorazioni dell'intonaco).

23. Anche il trattamento ad impacco con idrossido di bario è stato sperimentato per la prima volta nel restauro dei dipinti murali dopo l'alluvione fiorentina del 1966 dal prof. Enzo Ferroni e dal restauratore Dino Dini. Utilizzato inizialmente per le sue capacità antisolfatanti, l'idrossido di bario ha anche funzione di consolidante: il solfato di ammonio, prodottosi dopo l'applicazione del carbonato di ammonio, a contatto con l'idrato di bario si trasforma in solfato di bario praticamente insolubile. L'idrato di bario in eccesso, invece, si carbonata per effetto dell'anidride carbonica dell'atmosfera con un effetto simile al-

la carbonatazione dell'idrato di calce, garantendo così la coerenza fisica dell'affresco.

24. La resina vinilica asciugandosi ritira e, oltre a collegare l'intonaco pittorico al suo supporto, tende a riavvicinare le due parti e a ridurre pertanto il distacco. Dove i distacchi sono più accentuati si può caricare la resina con fibre vegetali o, in caso di particolari spanciamenti, possono essere utilizzate piccole barrette di resina in modo da collegare l'intonaco al supporto murario. Tale metodo permette all'intonaco i suoi naturali movimenti di assestamento, assicurando nel contempo la tenuta *in loco*.

25. La rimozione delle stuccature viene generalmente effettuata subito dopo le operazioni di pulitura, quando l'umidità ceduta dall'impacco ha reso la malta leggermente più morbida e plastica. In questo modo è possibile asportare la malta stesa in eccesso sopra il colore originale senza intaccare il film pittorico sottostante.

26. Col passare del tempo le ridipinture subiscono inevitabilmente un'alterazione cromatica differenziata rispetto al colore originale. Di conseguenza, soprattutto dopo la pulitura, i rifacimenti tendono ad emergere visivamente come "macchie" più scure rispetto al contesto pittorico originale, disturbando la lettura e la godibilità dell'opera.

27. La stuccatura deve essere sempre distinguibile dalla pittura originale. Per far ciò, oltre a differenziare cromaticamente il rifacimento, la lacuna viene reintegrata lasciando la malta leggermente ruvida e ad un livello più basso rispetto all'intonaco pittorico.

28. Qualora la mancanza sia particolarmente profonda dando origine a zone d'ombra che possono disturbare la lettura dell'opera, è possibile reintegrare parzialmente la lacuna stendendo a pennello della malta molto liquida.

29. Cfr. analisi chimiche.

CONCLUSIONS

BY GUIDO BOTTICELLI

The conclusions drawn from the sample areas in which trials have been carried out and the results of chemical analyses have helped us to identify the most suitable methods of intervening to recover and safeguard the apsidal paintings in the Basilica of Aquileia. We have been able to differentiate operations according to the varying states of conservation of the frescoes on the apse vault and the wall below.

On the vault there are no traces of the organic fixative which was found to be plentiful on the other paintings, but there are localised instances of exfoliation with paint-film lifting, detachment of paint-plaster from the vault, colourless residues and numerous encroachments of stucco on the original paint film. Given the lack of fixative and the scant deposit of dust, our proposal for this area is a simple cleaning operation – natural sponges soaked in de-ionised water pressed against the surfaces after they have been covered with Japanese paper so as to re-attach detached flakes of paint and avoid any mechanical contact with the surface. Where lifted paint film prevents proper cleaning, pre-consolidation operations may be carried out in high-risk areas by means of the penetration of caseinated barium solution behind the flakes of lifted paint. In the event of oxidation or particularly tenacious grime, it may be necessary to resort to localised cleaning with ammonium carbonate compresses. In my view, the application of compresses with ammonium carbonate-saturated water may be advisable for the whole surface, since there is widespread plaster disintegration and sulphatisation. In this operation calcium sulphate is converted into ammonium sulphate, which prepares the surface for the anti-sulphatisation and consolidating properties of barium hydroxide applied by compress. Barium hydroxide converts ammonium sulphates into sulphates of barium – a substance which is inert, stable and compatible with the original material and, when carbonating on the surface, facilitates the physical reintegration of the plaster. Cleaning should be immediately followed by the removal of the colourless residues and the filler whose encroachment beyond the hole-edges covers part

of the original paint. At this stage of restoration it will be essential to assess the various options regarding the aesthetic presentation of the whole work. If it is decided to remove all or some of the old restorations, this must be carried out at the cleaning stage. Pieces of painted plaster detached from the structure may be consolidated with thermoplastic resin staples. In some areas it may be necessary to use hydraulic mortars for the re-integration of badly fragmented surfaces. The many old copper pins anchoring the paint plaster to the structure should be kept, replacing only those which no longer perform their function.

The state of conservation of the apsidal wall below the vault is more complex. Besides an organic surface fixative, there are a great many repaintings which, now deteriorated, have changed the original colours of the paintings and prevent their proper interpretation. For these surfaces we propose cleaning with de-ionised water, first through Japanese paper for the removal of surface deposits, and then through cellulose pulp. This will allow the removal of the fixative by means of cotton pads soaked in a saturated solution of ammonium carbonate. Here too, unsuitable old filling work should be removed. Given the presence of soluble salts, it may be appropriate to use tributylphosphate, as previously described for the preliminary cleaning trials, as well as localised pre-consolidation operations in risk areas. Again, the final consolidation of the paint film may be achieved by the compress diffusion of barium hydroxide, combined with thermoplastic resin staples to fix the plaster where it is detached at depth from the wall. The same method may be used with the fragments of 14th-century painting located in the lower part of the apsidal wall.

Given the highly fragmented and pitted state of the paintings, the methodological choices involved in the aesthetic presentation of the fresco series must be pondered very carefully. A particularly sensitive question is whether or not the re-paintings and old restorations should be removed. Though this intervention should take due account of history, it must be remembered that once the chromatic and luminous qualities of the original frescoes have been recovered, the previous restorations, poorly executed and now deteriorated, will severely hamper a proper interpretation of the paintings. At all events, the decision as to the removal of an old restoration will always be a function of the proper conservation of the work.

On the basis of observations made in the analysis of the state of conservation and preliminary tests, I am of the view that it is important to remove the small fillings that currently

conceal the hammering marks. These should be left visible by simply lowering the tone, so as to leave a trace of the life and times of the work itself. Only in cases of very deep chips would it be advisable to proceed to partial filling with lime and sand mortar. Other holes not caused by hammer-work could be made good with plaster of a tone very similar to the original one but distinguishable from it by a slight surface roughness. The impression from a distance should be one of a plaster which has retained the imprint of the original paint.

With the assistance of photogrammetric data and computer processing, all the missing parts of the original design can be reconstructed. In our case, by means of a very careful painting operation involving colour selection and transparent-veil reconstitution, it may be possible to reconstruct an integral interpretation of the work without altering the historical and documentary value of the original.

Translation: Press and Public Relations Office of the Presidency of the Regional Government of Friuli-Venezia Giulia.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

VON GUIDO BOTTICELLI

Die Überlegungen hinsichtlich der Musterzonen, in denen die verschiedenen Eingriffsproben erfolgten, und die Ergebnisse der chemischen Analysen erzielt wurden ließen uns verstehen, welche die beste Eingriffsmethodologie für die Wiedergewinnung und den Schutz der apsidialen Malereien der Basilika von Aquileia sei. Auf diese Weise konnten die verschiedenen Eingriffe je nach unterschiedlichem Erhaltungszustand an den Fresken der apsidialen Kuppel und an denen der darunter liegenden Wand differenziert werden.

Auf der apsidialen Kuppel wurden keing Spuren des auf den anderen Malereien häufig vorkommenden organischen Fixiermittels efunden; an bestimmten Stellen entdeckte man jedoch einen Abblätterungszustand mit Anhebung der Farbschicht, Ablösungen zwischen Malputz und Mauerhalterung sowie Putzreste und vielzählige, über die ursprüngliche Farbschicht hinausgehende Stuckarbeiten. Aufgrund des fehlenden Fixermittels und der geringen Staubschicht schlägt unser Eingriff hier eine einfache Reinigungsmaßnahme mit Tamponierung der Oberfläche mittels natürlichen, mit entionisiertem Wasser getränken Schwämmen vor; dies gescieht nach erfolgter Einlegung eines Blatts Japanpapier, um die angehobenen Farbsplitter wieder anzuhaften zu lassen und um jeglichen mechanischen Vorgang auf der Oberfläche zu vermeiden. Sollten die Anhebungen der Farbschicht einen korrekten Reinigungseingriff beeinträchtigen, können Vorverfestigungen durchgeführt werden, die sich auf die Riskozonen beschränken, wobei man auf der angehobenen Rückseite der Farbsplitter eine Bariumkaseinatlösung eindringen lässt. Bei Oxidationen oder hartnäckigem Schmutz wird zudem eine örtliche Reinigung mit Ammoniumkarbonat- Umschlägen nicht ausgeschlossen. Meiner Ansicht nach könnte sich außerdem eine Tamponierung mit ammoniumkarbonatgesättigtem Wasser für die gesamte Oberfläche positiv auswirken, da der Putz eine starke Entfrittung und Sulfatation aufweist: auf diese Weise kann sich das Calciumsulfat in Ammoniumsulfat umwandeln und die Oberfläche sich somit auf eine Antisulfatataionsaktion und Festigung des Bariumbhydroxides für die

Umschläge vorbereiten. Das Bariumhydrosid wandelt nämlich die Ammoniumsulfate in Bariumsulfate um, ein inertes, stabiles und mit der ursprünglichen Materie kompatibles Material, das gleichzeitig durch eine Kohlungsaktion auf der Oberfläche die erneute Kohäsion des Putzes fördert. Sofort nach der Reinigung werden die Putzreste und die Stuckarbeiten beseitigt, die über die Lücke hinausreichen und einen Teil der ursprünglichen Malerei verdecken. In dieser Restarierungsphase ist es äußerst wichtig, die verschiedenen ästhetischen Darstellungslösungen des gesamten Werks zu bewerten. Sollte nämlich beschlossen werden, die alten Überarbeitungen vollständig oder teilweise zu entfernen, muss dies in der Reinigungsphase geschehen. Die Ablösungen des Malputzes von der Mauerhalterung können anhand Riegel mit Stichen aus thermoplastischem Harz verfestigt werden. In einigen Zonen wird auch die Verwendung von Wassermörtel nicht ausgeschlossen, um eine erneute Kohäsion der zersplitterten Oberflächen zu ermöglichen. Die vielzähligen alten Riegel mit Kupfernägeln, die den Malputz mit der Halterung verankern, werden beibehalten, wobei nur jene ersetzt werden, die nicht mehr einstazfähig sind.

Der Erhaltungszustand der apsidialen Wand unter der Kuppel ist etwas komplexer. Hier wurde – zusätzlich zu vielen Übermalungen, die, nunmehr verwittert, eine korrekte Interpretation der Gemälde durch Änderung der ursprünglichen Farbzusammensetzung verhindern – ein Oberflächenfixiermittel organischer Natur ausfinding gemacht. Auf diesen Oberflächen sieht unser methodologischer Vorschlag eine Reinigung mit entionisiertem Wasser vor, die zuerst mit Hilfe des Japanpapiers erfolgt, damit das Oberflächenablagerungsmaterial beseitigt werden kann, und erst anschließend mit Hilfe von Cellulose. Dies ermöglicht die Entfernung des Fixiermittels durch Wattebäuscheken ammoniumkarbonatgesättigtem Wasser getränkt werden. Auch in diesem Fall werden die alten, nicht mehr geeigneten Stuckarbeiten entfernt. Da auch lösliche Salze vorhanden sind, wird zusätzlich zur Benutzung der Vorverfestigungseingriffe in den Riskozonen auch die Verwendung von Tributylphosphat nicht ausgeschlossen, wie dies vorher für die Vorhergungsproben beschrieben wurde. Die Endverfestigung der Malschicht kann wiederum mit der Behandlung mit Bariumhydroxidumschlägen zusammen mit der Fixierung durch Stiche aus thermoplastischem Harz für die Tiefenablösungen zwischen Putz und Mauerhalterung erfolgen. Diese Methodologie kann auch für die Überreste der Malereien des vierzehnten Jahrhunderts im unteren Teil der apsidialen Wand angewandt werden.

Was die ästhetische Darstellung des Malzyklus betrifft, so

müssen die verschiedenen methodologischen Lösungen mit größer Aufmerksamkeit bewertet werden, da sich die Gemälde in einem äußert bruchstückhaften und lückenreichen Zustand befinden.

Besonders heikel ist die Angelegenheit der Entfernung oder Beibehaltung der alten Überarbeitungen und Übermalungen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich hier um einen historisierten Eingriff handelt, muss beachtet werden, dass nach Wiedererlangung der Farbzusammensetzung und Leuchtkraft der ursprünglichen Fresken die Überarbeitungen, schlecht ausgeführt und nunmehr verwittert, eine korrekte Interpretation der Gemälde sehr erschweren. Auf jden Fall wird die Entfernung oder Beibehaltung einer Überarbeitung immer dem Ziel der korrekten Erhaltung des Werks untergeordnet werden.

Aus den Beobachtungen während der Analyse des Erhaltungszustandes und den Vorproben geht meines Erachtens hervor, dass es wichtig wäre, die kleinen Stuckarbeiten, die derzeit die Spuren der Kröneln verdecken, zu entfernen. Diese sollten durch eine einfache Nuancenrückführung sichtbar werden – als Zeugnis der Wechselfälle und des Alters des Werks. Nur bei zu tiefen Lücken wäre ein teilweises Wiederauffüllen dieser mit Kalk- oder Sandmörtel zu empfehlen. Die anderen Arten von Lücken, die nicht auf die Kröneln zurückzuführen sind, könnten mit einem Putz neu angefüllt nähert, dessen Farbe sich der ursprünglichen sehr näher, sich aber von dieser aufgrund der leichten Rauheit der Oberfläche unterscheidet. Der Eindruck bei einer Betrachtung aus der Ferne sollte der eines Putzes sein, auf dem die ursprüngliche Farbe noch zu erkennen ist.

Was die großen Verluste betrifft, so kann das ursprüngliche Gemälde dank der Fotogrammetrie und mit Hilfe der Informatik in allen fehlenden Teilen nachvollzogen werden. In unserem Fall könnte durch einen sehr genauen Eingriff basierend auf der Farbwahl und der Neubildung mit durchsichtigen Lasierungen eine globale Interpretation des Werks ohne Abänderung des historischen und dokumentarischen Wertes der ursprünglichen Interpretation möglich werden.

Für die Übersetzung zuständig: Presse - und PR- Amt der Präsidentschaft des Ausschusses der Autonomen Region Friaul- Julisch Venetien.

OPERE RESTAURATE
DALLA SCUOLA DI RESTAURO
"VILLA MANIN DI PASSARIANO" 1977-2000

Scultura lignea

Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *Madonna con il Bambino*, sec. XV, legno intagliato, dorato e policromo
Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *Coppia di Angeli ceroferari*, fine sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Buttrio (UD), Camino, chiesa di S. Giacomo, *Giacomo*, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Buttrio (UD), Camino, chiesa di S. Giacomo, *Bartolomeo*, XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Cividale del Friuli (UD), chiesa di S. Elena Regina, *Vergine di Loreto*, intagliatore friulano, sec. XVI, legno intagliato, policromo e laccato
Codroipo (UD), Pozzo, chiesa parrocchiale, *Madonna con il Bambino*, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Codroipo (UD), Pozzo, già chiesa cimiteriale, *S. Apostolo*, attribuito alla bottega di G. Martini, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Enemonzo (UD), Maiaso, chiesa parrocchiale, *S. Nicolò entro un tabernacolo*, sec. XIV, legno intagliato e policromo
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Giovanni in Brolo, *Giovanni*, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Maria delle Grazie, *Tabernacolo*, intagliatore veneto, 1620, legno intagliato e intarsiato
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Maria del Fossale, *Coppia di Angeli ceroferari*, bottega di G. Comuzzo, 1660 circa, legno intagliato, dorato e policromo
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Maria delle Grazie, *Angeli ceroferari*, bottega di G. Comuzzo, sec. XVII (?) legno intagliato, dorato e dipinto
Majano (UD), S. Tomaso, chiesa di S. Giovanni, *Altare della Pietà*, sec. XVII, legno intagliato, dorato e policromo
Pasian di Prato (UD), Colloredo di Prato, chiesa dei Ss. Cosma e Damiano, *Eterno Padre*, sec. XV-XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Povoletto (UD), Magredis, chiesa di S. Pietro, *Ancona con statue di S. Pietro, S. Paolo e S. Antonio abate*, sec. XVI, legno intagliato e policromo
Remanzacco (UD), chiesa di S. Stefano, *Altare*, G. Martini, 1520 circa, legno intagliato, dorato e policromo
Sedegliano (UD), chiesa parrocchiale, *Vergine con il Bambino*, sec. XV, legno intagliato, dorato e policromo

Socchieve (UD), Priuso, chiesa di S. Giacomo, *Ancona*, M. Parth, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Tolmezzo (UD), Illegio, pieve di S. Floriano, *S. Rocco, S. Sebastiano*, D. da Tolmezzo, fine sec. XV, legno intagliato, dorato e policromo
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *L'Immacolata*, sec. XVIII, legno intagliato e policromo
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *Edicola lignea*, metà sec. XVII?, legno intagliato e policromo
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *Angelo*, sec. XVII, legno intagliato e policromo
Venzone (UD), duomo, *Cristo in Pietà*, sec. XVIII, legno intagliato, dorato e policromo (asta processionale)
Venzone (UD), duomo, *S. Antonio abate*, D. da Tolmezzo, sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Venzone (UD), chiesa di S. Giacomo e S. Anna, *S. Anna, S. Giacomo, S. Gioacchino*, bottega di G. Saidero, fine sec. XVI, legno intagliato, dorato e policromo
Venzone (UD), chiesa di S. Giorgio, *S. Rocco*, sec. XV, legno intagliato e policromo
Venzone (UD,) chiesa di S. Giorgio, *S. Gerolamo*, intagliatore friulano, fine sec. XV, legno intagliato, dorato e policromo
Venzone (UD), Portis, chiesa parrocchiale, *Crocifisso*, fine sec. XIII, legno intagliato e policromo

Dipinti su tavola

Colloredo di Monte Albano (UD), chiesa parrocchiale, *Il Redentore*, F. Griffoni,1638, olio su tavola
Colloredo di Monte Albano (UD), chiesa parrocchiale, *Madonna*, pittore friulano, sec. XVII, olio su tavola
Forgaria (UD), chiesa di S. Nicolò, *Altare di S. Nicolò, B. Martini*, 1556, statue in legno intagliato, dorato e policromo; tavole dipinte a olio
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Maria delle Grazie, *Oranti ai lati della Croce*, pittore tedesco, fine sec. XVI, olio su tavola
Mereto di Tomba (UD), Barazzetto, chiesa di S. Giovanni in Silvis, *Vergine con il Bambino fra S. Giovanni Battista e S. Pietro*, sec. XVI, olio su tavola (trittico)
Porpetto (UD), chiesa di S. Vincenzo, *Madonna Odighitria*, sec. XVII, olio su tavola (icona)
Remanzacco (UD), chiesa parrocchiale, *Rocco*, B. Blaceo, 1565, tempera su tavola
Remanzacco (UD), chiesa parrocchiale, *Sebastiano*, B. Blaceo, 1565, tempera su tavola
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *S. Antonio abate, S. Osvaldo, S. Stefano*, A. Agostini, sec. XVI, olio su tavola

Dipinti su tela

Aquileia (UD), Belvedere, chiesa parrocchiale, *Vergine con il Bambino fra S. Sebastiano e Santo vescovo*, sec. XVII, olio su tela
Buja (UD), chiesa della Beata Vergine de Melotum, *Sacra Famiglia e S. Francesco*, pittore friulano, 1636, olio su tela
Buja (UD), chiesa della Beata Vergine de Melotum, *S. Valentino benedice gli infermi*, E. Pini, 1653, olio su tela
Buja (UD), Ursinins Piccolo, chiesa di S. Giuseppe, *S. Giuseppe con il Bambino*, pittore friulano, fine sec. XVII, olio su tela
Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *Lorenzo distribuisce il denaro ai poveri*, G.B. Grassi, 1558, olio su tela
Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *S. Lorenzo davanti al Prefetto di Roma*, G.B. Grassi, 1558, olio su tela
Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *Il martirio di S. Lorenzo*, G.B. Grassi, 1558, olio su tela
Cavazzo Carnico (UD), Somplago, chiesa parrocchiale, *Madonna in trono con il Bambino fra S. Giovanni Battista, S. Valentino e S. Biagio, S. Noselli*, sec. XVIII, olio su tela
Chiusaforte (UD), chiesa parrocchiale, *I Misteri del Rosario*, sec. XVIII, olio su tela
Chiusaforte (UD), chiesa parrocchiale, *Vergine con il Bambino e Santi*, sec. XIX, olio su tela
Colloredo di Monte Albano (UD), chiesa dei Ss. Andrea e Mattia apostolo, *La Probatica piscina*, pittore lombardo, fine sec. XVII, inizio sec. XVIII, olio su tela
Colloredo di Monte Albano (UD), chiesa dei Ss. Andrea e Mattia apostolo, *La cacciata dei mercanti dal Tempio*, pittore lombardo, fine sec. XVII-inizio sec. XVIII, olio su tela
Faedis (UD), Campeglio, chiesa di S. Michele, *Michele, S. Giovanni Battista, S. Nicolò e due Sante martiri*, sec. XVI, olio su tela
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Maria delle Grazie, *Cristo risorto,* sec. XVI, olio su tela
Gemona del Friuli (UD), chiesa della Madonna di Loreto, *Cristo e la Samaritana*, pittore friulano, sec. XVII, olio su tela
Gemona del Friuli (UD), chiesa di S. Giovanni, *Madonna con il Bambino fra i Santi Ermagora e Fortunato*, S. Secante, 1558, olio su tela
Magnano in Riviera (UD), Billerio, chiesa parrocchiale, *Vergine con il Bambino e Santi*, sec. XVII, olio su tela
Povoletto (UD), chiesa parrocchiale, *Vergine in trono fra i Ss. Giacomo, Bartolomeo e Filippo*, sec. XVII, olio su tela
Reana del Rojale (UD), Rizzolo, chiesa parrocchiale, *Madonna con il Bambino e Santi*, G.B. Tosolini, 1789, olio su tela
San Daniele del Friuli (UD), duomo, *La SS. Trinità*, G.A. de'Sacchis detto il Pordenone, 1535, olio su tela
San Daniele del Friuli (UD), duomo, *Ritratto di papa Alessandro VIII Ottobono*, fine sec. XVII, olio su tela
Tarcento (UD), chiesa parrocchiale, *Presentazione di Gesù al Tempio*, sec. XVIII, olio su tela

Tarcento (UD), chiesa parrocchiale, *Purificazione di Maria*, attribuito a V. Orelli, sec. XVIII, olio su tela
Tarcento (UD), Bulfons, chiesa di S. Maria Bambina, *Madonna con il Bambino tra S. Francesco e S. Chiara*, scuola veneta, sec. XVIII, olio su tela
Tolmezzo (UD), Fusea, chiesa parrocchiale, *Sebastiano, S. Rocco e S. Lucia*, sec. XVII, olio su tela
Varmo (UD), chiesa parrocchiale, *La Trasfigurazione*, F. Floreani, 1584, olio su tela
Venzone (UD), duomo, *Incoronazione della Vergine*, sec. XVIII, olio su tela

Materiali lapidei

Bagnaria Arsa (UD), Sevegliano, chiesa parrocchiale, *Frammenti marmorei con putti e volute*, sec. X-XI, pietra
Basiliano (UD), chiesa di S. Marco, *Finestrella*, sec. VIII-IX, pietra
Codroipo (UD), Passariano, parco di Villa Manin, *Statue (29): Erme, coppie allegorico-mitologiche, musa, putto, coppia di cavalli, vaso*, G. e T. Bonazza, sec. XVIII, pietra di Vicenza
Gemona del Friuli (UD), duomo, *Vesperbild*, sec. XV, pietra policromata
Tricesimo (UD), duomo, *Vergine con il Bambino*, B. da Bissone, sec. XVI, pietra
Tricesimo (UD), Felettano, chiesa della natività di Maria, *S. Paolo, S. Pietro e Santa*, sec. XVIII, pietra
Udine (cantiere di ricerca) cappella Manin, *Superfici architettoniche esterne e int*erne, G. Torretti, 1736, pietre e marmi
Udine (cantiere di ricerca) duomo, *Portale della Redenzione*, bottega friulana, metà sec. XIV, pietra
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *Epigrafe funeraria di Albino*, pietra
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *L'incontro di Cristo con Marta e Maria*, pietra (pluteo)
Udine, Museo diocesano d'arte sacra, *Chiave di volta dal castello di Cassacco*, sec. XVIII-XIX, pietra
Udine, chiesa di S. Giacomo, *Madonna con il Bambino entro edicola*, B. da Morcote, metà sec. XVI, pietra
Udine, chiesa di S. Antonio abate, *Mausoleo Barbaro*, pietra
Udine, Palazzo patriarcale, *Asia*, sec. XVIII, pietra di Vicenza
Udine, chiesa del SS. Redentore e S. Lucia, *Mensa dell'altare maggiore*, 1746, marmo
Udine, chiesa di S. Giacomo (cantiere di ricerca), *Facciata*, B. da Morcote, 1525, pietra
Udine, oratorio delle anime del Purgatorio, *Facciata*, F. e L. Andrioli, 1748, pietra
Venzone (UD), duomo, *S. Francesco, S. Chiara, due putti*, sec. XVII, marmo
Venzone (UD), chiesa di S. Chiara, *S. Chiara, S. Francesco*, sec.

XVIII, marmo bianco di Carrara
Udine, chiesa di S. Chiara, *Putti alati, festoni e cornici*, attribuiti a L. Retti e G. B. Bareglio, 1698-99, stucco

Metalli archeologici

Aquileia (UD), Museo archeologico nazionale, *Specchi, cornici, anelli, ganci, anse, fibule, armille, lamine, monete*, età romana, bronzo, rame
Buja (UD), pieve di S. Lorenzo in Monte, *Anelli, lamine, fibbie, orecchino, piatti, imbuto, rubinetto*, dal sec. VIII al sec. XVI, bronzo, rame
Cividale del Friuli (UD), Museo archeologico nazionale, *Anelli, asce, fibule, coltelli, orecchini, pettine, chiavi, pinze, applique, campanelli, placca, cucchiai, spatole, armille, lucerne, vasetti, piccole sculture antropomorfe, patere, monete*, età preromana e romana, argento, bronzo, ferro
Sacile (PN), S. Giovanni del Tempio, Museo archeologico didattico liventino, *Scultura antropomorfa, lamine, anse, gancio, disco di fibula*, età romana, bronzo
San Daniele del Friuli (UD), Museo del Territorio, *Fibule, stilo, armilla, croce, orecchini, anello*, età romana, bronzo
San Daniele del Friuli (UD), Museo del Territorio, *Armatura*, fine sec. XIV, ferro
Sesto al Reghena (PN), Abbazia di S. Maria in Sylvis, *Anelli, pendaglio, fibbie, spillone, monete*, dal sec. VIII al sec. XVI, argento, bronzo
Tramonti di Sotto (UD), Centro di catalogazione e restauro-Villa Manin, *Fibbia, orecchini, coltello con fodero*, fine sec. VII d.C., bronzo, ferro, rame
Udine, Musei civici, *Armi, bracciale, anello*, fine sec. VII-inizio sec. VIII d.C., bronzo, ferro
Udine, basilica di S. Maria delle Grazie, *Armatura*, sec. XV, ferro
Vito d'Asio (PN), pieve di S. Martino, *Monete, Placchetta di croce astile, Reliquiari (frammenti)*, dal XIII al XV sec., oro, argento, bronzo

Ceramica archeologica

Aquileia (UD,) Museo archeologico nazionale, *Anfora e frammenti di anfore*, età romana, ceramica
Bertiolo (UD), Soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, archeologici, artistici e storici del Friuli-Venezia Giulia, *Pozzetto con frammenti ceramici*, età protostorica, ceramica
Buja (UD), Centro di catalogazione e restauro dei beni culturali Villa Manin, *Ciotola, piatti, frammenti*, età rinascimentale, ceramica ingobbiata e invetriata
Cividale del Friuli (UD), Museo archeologico nazionale, *Coppa,*

ciotole, bicchiere, vasi, piatti, lucerne, patera, scodella, età protostorica, romana e rinascimentale, ceramica
Cividale del Friuli (UD,) Museo archeologico nazionale, *Piatti*, età rinascimentale, ceramica graffita, ingobbiata e invetriata
Montereale Valcellina (PN), Soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, archeologici, artistici e storici per il Friuli-Venezia Giulia, *Dolio cordonato*, sec. V a.C., ceramica
Porcia (PN), Soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, archeologici, artistici e storici del Friuli-Venezia Giulia, *Vaso ansato*, età protostorica, ceramica
Pordenone, Musei civici, *Vasi*, sec. XIV, terracotta invetriata, maiolica
Porpetto (UD), Soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, archeologici, artistici e storici del Friuli- Venezia Giulia, *Vaso*, età protostorica, ceramica
San Daniele del Friuli (UD) Museo del Territorio, *Frammenti*, fine sec. XIV-inizio XV, ceramica invetriata
Trieste, Musei civici, *Dolio, tazze con ansa sopraelevata, vaso situliforme, vaso situliforme con borchie bronzee, ollette, coppa con bugne, ossuario*, età del ferro, ceramica
Udine, Soprintendenza per i beni ambientali, architettonici, archeologici, artistici e storici del Friuli-Venezia Giulia, *Frammenti*, età protostorica, ceramica

Dipinti su muro

Aquileia (UD), (cantiere di ricerca) *basilica dei Ss. Ermagora e Fortunato,* affreschi abside centrale, scuola di Reichenau, 1031
Codroipo (UD), Passariano, annesso Villa Manin, *Madonna con il Bambino*, 1512, buon fresco e tempera
Udine, chiesa di S. Chiara, *Sante e figure allegoriche*, G. Quaglio, 1699, affresco

Tessile antico

Cividale del Friuli (UD), duomo, *Stola viola in cannettato ricamato*, manifattura italiana, sec. XVII
Cividale del Friuli (UD), duomo, *Pianeta viola in damasco laminato broccato*, manifattura italiana, seconda metà sec. XVII
Cividale del Friuli (UD), duomo, *Pianeta rossa in cannettato broccato*, manifattura italiana, fine sec.XVII-inizio XVIII
Cividale del Friuli (UD), duomo, *Pianeta rossa in damasco*, manifattura italiana, sec. XVIII
Cividale del Friuli (UD), chiesa di S. Martino, *Pianeta verde in damasco*, manifattura italiana, inizi sec. XVII
Codroipo (UD), Passariano, chiesa di S. Andrea apostolo, *Paliotto*, manifattura veneziana, sec. XVIII, perle vitree ricamate su tela di lino

Gorizia, Musei provinciali, *Abito femminile azzurro da passeggio (3 pezzi)*, ultimo quarto sec. XIX, taffetas barrato e guarnizioni in pizzo
Ovaro (UD), chiesa della pieve di S. Maria di Gorto, *Dalmatica rossa*, manifattura veneziana, sec. XV, velluto tagliato a un corpo "a inferriata"
Polcenigo (PN), chiesa di S. Giacomo, *Pianeta bianca*, manifattura veneziana conventuale, prima metà sec. XVIII, taffetas ricamato
Polcenigo (PN), chiesa di S. Giacomo, *Dalmatica bianca*, manifattura veneziana conventuale, prima metà sec. XVIII, taffetas ricamato
San Vito al Tagliamento (PN), palazzo municipale, *Paravento*, sec. XIX, taffetas ricamato
Tolmezzo (UD), Illegio, chiesa filiale della conversione di S. Paolo, *Pianeta rossa*, manifattura veneziana, secc. XVI-XVII, velluto tagliato unito, stolone ricamato
Tolmezzo (UD), Terzo, Centro della "Comunità Ss. Ermacure e Fortunât", *Piviale bianco*, manifattura italiana (friulana ?), secc. XVII-XVIII, damasco broccato
Trieste, Musei civici, *Frammenti copti*, arte copta, lino e lana
Trieste, Musei civici, *Abito maschile (3 pezzi)*, ultimo quarto sec. XVIII, taffetas ricamato
Trieste, Musei civici, *Abito femminile verde*, manifattura francese, inizio sec. XIX, taffetas broccato
Trieste, Musei civici, *Abito femminile rosa*, manifattura italiana (?), metà sec. XIX, taffetas cangiante e applicazioni in cordoncino
Trieste, Museo del Risorgimento, *Camicia garibaldina*, 1866, lana
Trieste, Museo del Risorgimento, *Bandiera italiana*, 1876, seta
Udine, chiesa di S. Quirino, *Piviale rosso*, manifattura italiana, seconda metà sec. XVIII, velluto tagliato unito impresso

PUBBLICAZIONI

"Restauro nel Friuli-Venezia Giulia" 1 (1983) - P. Tranchina, *Restauro conservativo di un altare ligneo cinquecentesco della chiesa di S. Nicolò a Forgaria*; G. e T. Perusini, *La tecnica del "Pressbrokat" nell'altare di Giovanni Martini di Remanzacco*; T. Perusini, L. Zambon, *Prove di ricostruzione del "Pressbrokat"*; A. Ruggeri Augusti, *Un capolavoro recuperato: la pala del Moranzone di Gemona*; L. Brisighelli, *Danni causati dal terremoto e primi interventi su tele recuperate dalle macerie*
"Restauro nel Friuli-Venezia Giulia" 2 (1990) - *Ricerca finalizzata al restauro della cappella Manin di Udine*. Testi: P. Goi, G. Biscontin, G. Longega, T. Pagani, T. Perusini, P. Spadea
"Restauro nel Friuli-Venezia Giulia" 3 (1995) - *Duomo di Udine. Ricerca per il restauro del portale della Redenzione*. Testi: T. Perusini, G. Longega, G. Galeazzo, A. Bruschi, P. Spadea, G. Biscontin, G. Repaci, A. Bakolas, E. Zendri, T. Pagani, A. Proietti
"Restauro nel Friuli-Venezia Giulia" 4 (1997) - *Il restauro delle*

sculture lapidee nel parco di villa Manin a Passariano. Il viale delle Erme. Testi: M. Frank, F. Venuto, G. Longega, N. Carniel, M.G. Martin, F. Cucchi, P.L. Nimis, O. Salvadori, G. Biscontin, A. Bakolas, E. Zendri, A. Bruschi, M. Scannerini, S. Vandel Heuvel
"Restauro nel Friuli-Venezia Giulia" 5 (1999) - *Affreschi absidali nella basilica di Aquileia. Progetto di restauro*. Testi: G. Valenzano, B. Micali, U. Casellato, L. Soroldoni, F. Crosilla, D. Visintini, G. Botticelli

"Quelle formation! Quelle restauration!" Table ronde sur la formation professionnelle du Conservateur-Restaurateur d'œuvres d'art en Europe, atti del Convegno internazionale, Villa Manin di Passariano, 30 settembre - 1 ottobre 1994

CONVEGNI CONFERENZE SEMINARI

"Quelle formation! Quelle restauration!" Table ronde sur la formation professionnelle du Conservateur-Restaurateur d'œuvres d'art en Europe, convegno internazionale, Villa Manin di Passariano, 30 settembre - 1 ottobre 1994

Numerosi convegni, conferenze, seminari e giornate di studio sono dedicati ai diversi temi e aspetti del restauro: tecnico-scientifici, storico-artistici e metodologici. Sono organizzati sia per divulgare presso il largo pubblico le tematiche relative alla tutela dei beni culturali, sia per favorire l'aggiornamento di restauratori, storici dell'arte, ricercatori, allievi, studenti e operatori a vario titolo nel campo della conservazione e valorizzazione del patrimonio artistico. I relatori provengono principalmente dall'Istituto Centrale per il Restauro di Roma, dall'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di restauro di Firenze, da Università, Musei, Soprintendenze, Consigli nazionali di ricerca nonchè da Centri, Scuole e Laboratori di restauro italiani ed europei.

MOSTRE ESPOSIZIONI

Friaul lebt. 2000 Jahre Kultur im Herzen Europas. Friuli vive. Duemila anni di civiltà nel cuore dell'Europa, Vienna-Friburgo-Basilea, 1977
Una cultura da salvare, Villa Manin di Passariano, settembre-dicembre 1976, giugno-settembre 1977
Mostra della scultura lignea in Friuli, Villa Manin di Passariano, giugno-ottobre 1983
Miniatura in Friuli, Villa Manin di Passariano, giugno-ottobre 1985
Il restauro del patrimonio culturale. Friuli ricostruzione '76-'86, Villa Manin di Passariano, giugno-luglio 1986
Mostra dei mestieri, Udine Fiera, maggio 1987
Il futuro dell'antico. Restauro. Conservazione. Tutela. Mostra in-

ternazionale sui beni ambientali, archeologici, architettonici, archivistici, storici e bibliografici, Udine, dicembre 1994
Economia della cultura. Restauro. Salone internazionale dell'arte, del restauro e della conservazione dei beni culturali, Ferrara, aprile 1991, 1997, 1998
Bbcc Expo. Salone dei beni culturali, Venezia, dicembre 1997
Restauro Conservazione Tutela-RCT. Salone della ristrutturazione e del restauro, Udine Fiera, novembre 1998
XVIII Mostra europea Turismo, Cultura e Spettacolo. "Mirabilia recepta," Roma, Castel Sant'Angelo, aprile-maggio 1999
XIX Mostra europea Turismo, Cultura e Spettacolo. "L'Italia dei cento musei," Roma, Castel Sant'Angelo, aprile-maggio 2000

CICLI DI STUDIO QUADRIENNALI
PER RESTAURATORI/CONSERVATORI
DEI BENI CULTURALI

PRIMO CORSO 1977-1980
Scultura lignea, Dipinti su tela e su tavola

SECONDO CORSO 1980-1983
Scultura lignea, Dipinti su tela e su tavola

TERZO CORSO 1986-1989
Scultura lignea, Materiali lapidei

QUARTO CORSO 1991-1994
Scultura lignea, Materiali lapidei, Ceramica
e Metalli archeologici

QUINTO CORSO 1996-1999
Tessile antico, Superfici architettoniche
(Dipinti murali e Materiali lapidei)

Stampato nel mese di Dicembre 2000
per conto della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia
da GEAPprint
via Malignani 41 - 33080 Fiume Veneto (PN)

Copia gratuita a fini promozionali
ai sensi dell'articolo 2 della Legge Regionale 27 del 21 luglio 1971 e successive modifiche e integrazioni